

PILAR SEGARRA ALBERÚ EMMA JIMÉNEZ CISNEROS

SECUNDARIA

FÍSICA

Soy **PROTAGONISTA**



sm

*Soy* **PROTAGONISTA**



**DIRECCIÓN DE CONTENIDOS Y SERVICIOS EDUCATIVOS**

Felipe Ricardo Valdez González

**AUTORÍA**

María del Pilar Segarra Alberú y Emma Jiménez Cisneros

**GERENCIA DE PUBLICACIONES ESCOLARES**

Agustín Ignacio Pérez Allende

**GERENCIA DE DESARROLLO DE PRODUCTO**

Jesús Arana Trejo

**COORDINACIÓN EJECUTIVA DE SECUNDARIA Y BACHILLERATO**

Áurea Ireri Madrigal Mondragón

**EDICIÓN**

Equipo SM

**REVISIÓN TÉCNICA Y PEDAGÓGICA**

Luis Angel Vázquez y Carlos Villarreal

**DIRECCIÓN DE ARTE Y DISEÑO**

Quetzatl León Calixto

**DISEÑO DE LA SERIE**

Equipo SM

**DISEÑO DE PORTADA**

Claudia Adriana García Villaseñor

**COORDINACIÓN GRÁFICA Y DE DIAGRAMACIÓN**

César Leyva Acosta

**SUPERVISIÓN DE DIAGRAMACIÓN**

Zoila Carrillo Ballesteros

**DIAGRAMACIÓN**

Pablo Guzmán

**ILUSTRACIÓN**

Pablo Guzmán

**COORDINACIÓN DE ICONOGRAFÍA E IMAGEN**

Ricardo Tapia

**ICONOGRAFÍA**

Miguel Rodríguez Silva

**DIGITALIZACIÓN E IMAGEN**

Carlos A. López

**FOTOGRAFÍA**

©iStock, 2018, © AFP, 2018,  
Archivo SM, Carlos Vargas

**ARCHIVO DIGITAL**

Lilia Alarcón Piña

**TECNOLOGÍA EDITORIAL**

Josué Aníbal Lara Cortés

**PRODUCCIÓN**

José Navarro, Valeria Salinas

**Física. Secundaria.  
Soy Protagonista**

Primera edición, 2019

D. R. © SM de Ediciones, S. A. de C. V., 2019

Magdalena 211, Colonia del Valle,  
alcaldía Benito Juárez, C.P. 03100,  
Ciudad de México, México

Tel.: (55) 1087 8400

[www.grupo-sm.com.mx](http://www.grupo-sm.com.mx)

ISBN 978-607-24-3092-1

Miembro de la Cámara Nacional  
de la Industria Editorial Mexicana  
Registro número 2830

No está permitida la reproducción total  
o parcial de este libro ni su tratamiento  
informático ni la transmisión de ninguna  
forma o por cualquier medio, ya sea  
electrónico, mecánico, por fotocopia,  
por registro u otros métodos, sin el permiso  
previo y por escrito de los titulares  
del copyright.

La marca Ediciones SM® es propiedad  
de SM de Ediciones, S. A. de C. V.  
La marca Soy Protagonista® es propiedad  
de Fundación Santa María.

Prohibida su reproducción total o parcial.

Impreso en México/Printed in Mexico

Física. Secundaria. Soy Protagonista se  
terminó de imprimir en

# Presentación

A los alumnos y a sus familias, ¡bienvenidos a Soy Protagonista!

Soy Protagonista es el nuevo proyecto educativo integral.

Soy Protagonista ofrece a los alumnos oportunidades para aprender más, mejor y de manera diferente los contenidos de las asignaturas del currículo oficial. Este proyecto se basa en un modelo de educación para la vida, sobre el que se construyen las actividades con las cuales se desarrollan las diferentes dimensiones de la persona.

Para Soy Protagonista, los aprendices del siglo XXI requieren adquirir no solo los conceptos y procesos tradicionales, sino desarrollar estrategias para aprender a pensar, para trabajar y vivir plenamente en el mundo. Esto es lo que hace de Soy Protagonista un proyecto emocionante y divertido que los impulsa a aprender y comprender para tomar decisiones.

El proyecto Soy Protagonista, asimismo, está pensado para que las escuelas se conviertan en zonas de reflexión sensibles a las necesidades particulares de todos; que estén llenas de un espíritu enérgico que centre a toda su comunidad —directores, docentes, padres y madres de familia y alumnos— en los procesos de enseñanza y aprendizaje que giran en torno al pensamiento y a la formación valoral. Además, el proyecto incorpora tecnología de modo que las actividades y los contenidos interactivos enriquezcan las clases y faciliten tanto a aprendices como a profesores la comprensión de lo fundamental.

Todo lo anterior se presenta en un rico entorno gráfico, atractivo y artístico, que constituye un ambiente propicio para crecer y desarrollarse. En los libros impresos y en los cibertextos (libro digital) de Soy Protagonista hay contenidos, textos, actividades, cápsulas, talleres, entre otras secciones, que favorecen la aplicación de lo aprendido en una diversidad de contextos.

El deseo es que disfruten Soy Protagonista tanto como nosotros lo hemos hecho al construirlo.

Soy **PROTAGONISTA**

# Guía de uso



## Mecánica y partículas

En el laboratorio de física se usan muchas herramientas para estudiar la física. En esta guía de uso se describen algunas de ellas y se explican sus usos. También se describen algunas de las herramientas que se usan en el laboratorio de física y se explican sus usos. También se describen algunas de las herramientas que se usan en el laboratorio de física y se explican sus usos.

## ENTRADA DE UNIDAD

Tu libro *Física, Soy Protagonista* se divide en tres bloques. En la entrada de cada uno te darás cuenta de qué aprenderás.

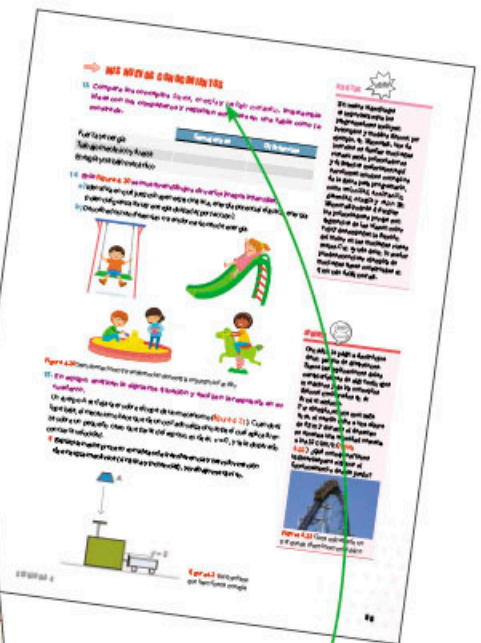
## SECUENCIAS

Tu aprendizaje de *Ciencias y Tecnología 2, Física* se llevará a cabo mediante secuencias didácticas, las cuales se dividen en tres momentos.



## MI PROCESO DE APRENDIZAJE

Durante el desarrollo de las secuencias irás adquiriendo conocimientos paso a paso. Para ello te ayudarás de artículos, esquemas, gráficos, entre otros.



## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

Al final de las secuencias encontrarás actividades; algunas son lúdicas, por lo que pondrás en juego tus conocimientos.

## MIS PRIMERAS IDEAS

Son actividades con las que recuperarás tus conocimientos previos, ya que plantean una interrogante para la que resolverás con tus nuevos conocimientos.

## TIPOS DE ACTIVIDADES

Para ser protagonista de tu aprendizaje, en los tres momentos de las secuencias resolverás distintas actividades con propósitos específicos.

**10. En la estación de ferrocarril**

Una estación de ferrocarril tiene un vagón que se mueve a una velocidad constante de 120 km/h. El vagón tiene una longitud de 100 metros. ¿Cuánto tiempo tarda el vagón en pasar por un túnel de 200 metros de longitud?

**Tabla 1.1**

Velocidad (km/h)	Tiempo (min)
0	0
1	100
2	200
3	300
4	400

**Tabla 1.2**

Tiempo (min)	Velocidad (km/h)
0	0
100	1
200	2
300	3
400	4

Algunas, además de manejar conceptos y contenidos, te ayudan a conocerte, identificar y manejar tus emociones. Estas actividades te enseñan a hacerlo.

## CÁPSULAS

Para enriquecer tu aprendizaje, el libro presenta información adicional en las siguientes cápsulas.

**11. Con un coche que va a 60 km/h**

Un coche que va a 60 km/h recorre una distancia de 120 km en 2 horas. ¿Cuánto tiempo tarda en recorrer 180 km?

**Tabla 1.3**

Tiempo (h)	Distancia (km)
0	0
1	60
2	120
3	180
4	240

## #GLOSARIO

Explica algunos términos que probablemente no conozcas.

## #DATO

Puede contener estadísticas acerca del tema que estás aprendiendo o información curiosa, interesante o relevante.

**12. Un coche que va a 60 km/h**

Un coche que va a 60 km/h recorre una distancia de 120 km en 2 horas. ¿Cuánto tiempo tarda en recorrer 180 km?

**Tabla 1.4**

Tiempo (h)	Distancia (km)
0	0
1	60
2	120
3	180
4	240

**#FUENTE**

Sugerencias de textos de divulgación para que profundices en el tema que estás estudiando, o las propuestas de textos literarios que lo abordan desde otra perspectiva.

**RECUERDA**

Si quieres saber más sobre el mundo de la física, te recomendamos que visites el sitio web de la **Asociación Española de Física** ([www.aefis.org](http://www.aefis.org)).

**RECUERDA**

Si quieres saber más sobre el mundo de la física, te recomendamos que visites el sitio web de la **Asociación Española de Física** ([www.aefis.org](http://www.aefis.org)).

**RECUERDA**

Si quieres saber más sobre el mundo de la física, te recomendamos que visites el sitio web de la **Asociación Española de Física** ([www.aefis.org](http://www.aefis.org)).

**#FUENTE**

Sugerencias de textos de divulgación para que profundices en el tema que estás estudiando, o las propuestas de textos literarios que lo abordan desde otra perspectiva.

En los capítulos de este libro, encontrarás una selección de textos de divulgación que te ayudarán a comprender mejor los conceptos de física que estás estudiando. Estos textos están seleccionados para que puedas profundizar en el tema que estás estudiando, o para que puedas verlo desde una perspectiva diferente.

**RECUERDA**

Si quieres saber más sobre el mundo de la física, te recomendamos que visites el sitio web de la **Asociación Española de Física** ([www.aefis.org](http://www.aefis.org)).

**RECUERDA**

Si quieres saber más sobre el mundo de la física, te recomendamos que visites el sitio web de la **Asociación Española de Física** ([www.aefis.org](http://www.aefis.org)).

**#TIC TAC**

Aquí encontrarás algunas sugerencias de páginas, blogs, videos o interactivos confiables, porque no todo lo que está en internet contiene información correcta.

**#TIC TAC**

Aquí encontrarás algunas sugerencias de páginas, blogs, videos o interactivos confiables, porque no todo lo que está en internet contiene información correcta.

**RECUERDA**

Si quieres saber más sobre el mundo de la física, te recomendamos que visites el sitio web de la **Asociación Española de Física** ([www.aefis.org](http://www.aefis.org)).

**RECUERDA**

Si quieres saber más sobre el mundo de la física, te recomendamos que visites el sitio web de la **Asociación Española de Física** ([www.aefis.org](http://www.aefis.org)).

**#REFLEXIONA**

Para ser un auténtico protagonista, debes tomar las cosas con calma y darte momentos para reflexionar y tomar mejores decisiones. Estas cápsulas son ideales para ello.

**#ALGUIEN COMO YO**

Son historias reales de gente joven como tú que, por su entusiasmo y dedicación, ha hecho aportaciones a la ciencia o a la comunidad. También podrás conocer el lado humano de científicos importantes.

**RECUERDA**

Si quieres saber más sobre el mundo de la física, te recomendamos que visites el sitio web de la **Asociación Española de Física** ([www.aefis.org](http://www.aefis.org)).

**RECUERDA**

Si quieres saber más sobre el mundo de la física, te recomendamos que visites el sitio web de la **Asociación Española de Física** ([www.aefis.org](http://www.aefis.org)).

## #EXPERIMENTA

Para ser un científico protagonista debes desarrollar ciertas habilidades para diseñar, experimentar e interpretar los resultados. En esta sección se proponen experimentos sencillos que te permitirán desarrollar dichas habilidades.



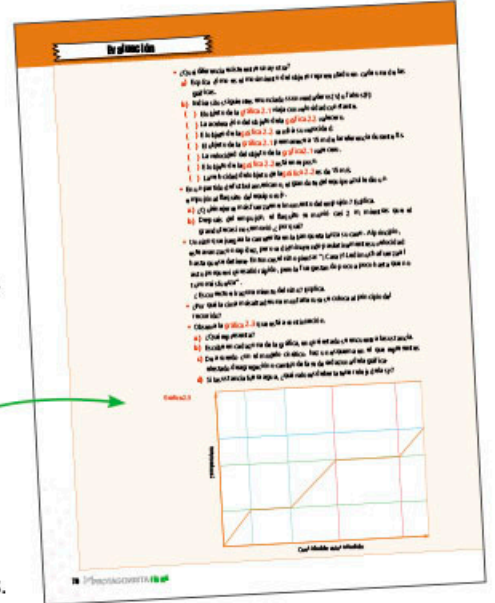
## CIERRE DE BLOQUE

Al finalizar el bloque, encontrarás las siguientes secciones.



## PROYECTO

Es una guía para que desarrolles tu proyecto. Para llevarlo a cabo deberás tener la mejor actitud para el trabajo colaborativo y poner en práctica tus conocimientos, habilidades y valores.



## EVALUACIÓN

Diversas actividades para que pongas a prueba tus conocimientos y habilidades.



## BIBLIOGRAFÍA

Al final verás las fuentes que los autores consultaron para elaborar este libro; algunas pueden servirte para profundizar en algún tema que te interese.



# Índice

## Unidad 1. Mecánica y partículas 10

Secuencia 1	<b>¿Eres rápido o veloz?</b>	
	Mis primeras ideas	12
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	13
	El movimiento es relativo	13
	Movimiento en línea recta	14
	Gráficas de posición-tiempo	18
	<b>Mis nuevos conocimientos</b>	21

Secuencia 2	<b>¿También te aceleras?</b>	
	Mis primeras ideas	22
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	22
	Cambios en la velocidad de los objetos	22
	Gráfica posición-tiempo	24
	Aceleración	25
	Gráfica velocidad-tiempo	27
	¿Y yo... qué siento, la velocidad o la aceleración?	30
	<b>Mis nuevos conocimientos</b>	31

Secuencia 3	<b>La fuerza me acompaña</b>		
	Mis primeras ideas	32	
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	33	
	Vivimos rodeados de fuerzas	33	
	Presencia de fuerzas	33	
	Representación de fuerzas	34	
	Interacciones (tercera Ley de Newton)	34	
	Acción y reacción	36	
	El efecto de las interacciones es diferente (segunda Ley de Newton)	36	
	Fricción: fuerza omnipotente en nuestro entorno	37	
	La fuerza neta es lo que mueve y detiene (primera Ley de Newton)	38	
	La flotación: un caso interesante para estimar fuerza neta	40	
	Presión: fuerza distribuida	42	
		<b>Mis nuevos conocimientos</b>	43

Secuencia 4	<b>¿Eres energético?</b>	
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	45
	Idea de energía	45
	Características de la energía	46
	Energía mecánica	47
	Trabajo mecánico	52
	Potencia mecánica	52
	Conservación de la energía	52
	<b>Mis nuevos conocimientos</b>	55

## Modelo de partículas y estado de agregación

Secuencia 5	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	57	
	La materia es discontinua, está constituida por pequeñas partículas	57	
	¿De qué están hechas las cosas?	57	
	Estados de agregación de la materia	58	
	Actúo como partícula	59	
	Cambios de estado	61	
	Hitos históricos en el modelo cinético de las partículas	65	
		<b>Mis nuevos conocimientos</b>	66
		<b>Proyecto 1. Interacciones y materia</b>	68
		<b>Evaluación</b>	76

## Unidad 2. Energía y salud 80

Secuencia 6	<b>Temperatura y equilibrio térmico</b>	
	<b>Mis primeras ideas</b>	82
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	83
	¿Es lo mismo calor y temperatura?	83
	Termómetros y escalas termométricas	84
	Equilibrio térmico	86
	La temperatura en el modelo cinético de las partículas	88
	La temperatura y la presión atmosférica	89
	Relación de presión y temperatura a volumen constante	91
		<b>Mis nuevos conocimientos</b>

Secuencia 7	<b>¿Cómo entrar en calor?</b>	
	<b>Mis primeras ideas</b>	94
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	94
	Calor: ¿desde cuándo?	94
	Calorías en nuestros alimentos	96
	¿Qué es el calor?	97
	Formas de propagación del calor	99
	Procedimientos de transferencia y transformación	101
	Gases de combustión y calor residual	103
	Consumo sustentable	104
	<b>Mis nuevos conocimientos</b>	105

Secuencia 8	<b>Manifestaciones y aplicaciones de la electricidad</b>	
	<b>Mis primeras ideas</b>	106
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	107
	¿Por qué a veces los objetos se atraen y otras se repelen?	108
	La fotocopiadora	111
	¿Cómo saber la magnitud de la fuerza con la que se atraen o repelen los objetos cargados?	111
	Un camino para la carga	112
	Conductores y aislantes	114
	Cuidados que requieren el uso de la electricidad	115
		<b>Mis nuevos conocimientos</b>

Secuencia 9	<b>Fenómenos e interacciones magnéticas</b>	
	Mis primeras ideas	118
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	119
	Leyendas acerca del descubrimiento de la magnética	119
	Brújula	120
	Magneto recepción en animales	122
	Campo magnético	123
	Experimento de Oersted	124
	Experimento de Faraday	125
	¿Cuál es el origen del campo magnético?	126
<b>Mis nuevos conocimientos</b>	127	
Secuencia 10	<b>Ondas electromagnéticas</b>	
	Mis primeras ideas	128
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	129
	Luz visible	129
	Luz infrarroja	131
	Luz ultravioleta	133
	Velocidad de la luz	134
	Maxwell y la teoría electromagnética	135
	Descubrimiento de las ondas de radio	136
	Rayos X y rayos gamma	137
Espectro electromagnético	137	
<b>Mis nuevos conocimientos</b>	138	
Secuencia 11	<b>Física en el cuerpo humano y salud</b>	
	Mis primeras ideas	140
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	141
	Los sentidos	141
	Transformación del estímulo sensorial al impulso eléctrico	143
	Termostregulación	145
	Desarrollos en el campo de la salud y la física	147
	<b>Mis nuevos conocimientos</b>	149
	<b>Proyecto 2. Energía y salud</b>	150
	<b>Evaluación</b>	158
<b>Unidad 3. Universo y obtención de energía</b>		<b>162</b>
Secuencia 12	<b>Sistema Solar y gravitación</b>	
	Mis primeras ideas	164
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	165
	Los cuerpos celestes marcan el tiempo	165
	La medida de distancia en astronomía	168
	Modelos del Sistema Solar	170
	<b>Mis nuevos conocimientos</b>	175

Secuencia 13	<b>Universo</b>	
	Mis primeras ideas	176
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	177
	¿De qué tamaño es el universo?	177
	Galaxias	179
	¿La materia que compone las galaxias es la misma que la que compone todo lo que existe en la Tierra?	180
	¿De qué están hechas las estrellas, por qué brillan?	181
	Telescopios y otros instrumentos	182
	Otros cuerpos celestes	183
	<b>Mis nuevos conocimientos</b>	183
Secuencia 14	<b>¿De dónde viene la energía eléctrica?</b>	
	Mis primeras ideas	184
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	185
	¿Y si se va la luz?	185
	Corriente alterna y directa	185
	Guerra de las corrientes	188
	Generación y distribución de corriente alterna	189
<b>Mis nuevos conocimientos</b>	191	
Secuencia 15	<b>¿La energía sale de las fuentes?</b>	
	Mis primeras ideas	192
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	193
	¿La energía tiene origen... y fin?	193
	Fuentes de energía	194
	Energías renovables	195
	Energías limpias	199
	Contaminación acústica	199
	Contaminación lumínica	200
	<b>Mis nuevos conocimientos</b>	200
Secuencia 16	<b>¿Y qué ha cambiado?</b>	
	Mis primeras ideas	202
	<b>Mi proceso de aprendizaje</b>	203
	Avances tecnológicos	203
	Transporte	204
	Telecomunicaciones	207
	Industria	209
	Medición	210
	<b>Mis nuevos conocimientos</b>	211
	<b>Proyecto 3. Sistemas. Diversidad, continuidad y cambios</b>	212
<b>Evaluación</b>	220	
<b>Bibliografía</b>	224	

# Unidad 1



# Mecánica y partículas

En el universo en que vivimos todo cambia continuamente; desde lo que sucede en el nivel submicroscópico, en el interior de átomos y moléculas, hasta los acontecimientos espectaculares de lo macroscópico, en cúmulos de galaxias. Para comprender y explicar lo que acontece en estas escalas extremas, el punto de partida es el estudio de lo cotidiano.

Identificar, comprender y explicar los cambios que ocurren cerca de nosotros nos abre las puertas para trasladar nuestro razonamiento a situaciones fuera de nuestro alcance, desde lo muy pequeño hasta lo muy grande.

El propósito de esta unidad es que identifiques características del movimiento y reconozcas a las fuerzas como producto de las interacciones entre objetos de nuestro entorno. También se pretende que observes los cambios que se originan en ellos por transferencia y transformación de la energía. En el tratamiento de estos temas, se revisan explicaciones que los científicos han construido a lo largo de la historia.

**Eje:** diversidad, continuidad y cambio

**Tema:** tiempo y cambio

**Aprendizaje esperado:** comprende los conceptos de velocidad y aceleración.

## ➔ MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia analizarás varias situaciones que tienen que ver con el movimiento; por ejemplo, la importancia de un punto de referencia para describirlo, el movimiento en línea recta, y las nociones de distancia, trayectoria, velocidad y rapidez. En la siguiente, verás el concepto de aceleración. Empezarás por revisar las situaciones que se describen a continuación y responder de acuerdo con lo que consideres que sucede en cada una.

### 1. Forma un equipo de trabajo y analicen la siguiente situación.

#### SITUACIÓN A movimiento relativo

La figura 1.1 muestra el interior de un vagón del metro. La señora con el ramo de flores piensa: "El señor que está leyendo el periódico va muy atento y quietecito, no se mueve". Sin embargo, una persona de pie en el andén ve avanzar el vagón y también al señor que lee su periódico y piensa: "Qué bien que el señor pueda leer su periódico a pesar de que se va moviendo".

- ¿Quién tiene razón: la señora con el ramo de flores o la persona de pie en el andén?
- El señor que lee su periódico, ¿se mueve o no se mueve?

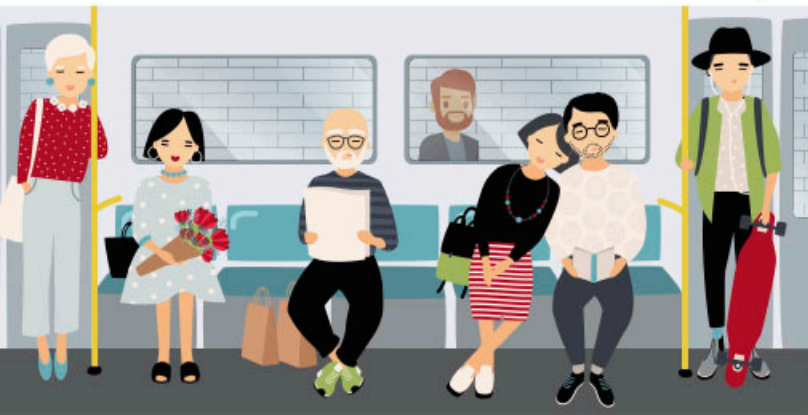


Figura 1.1 Personas en el interior de un vagón del metro



Figura 1.2 La fábula *La liebre y la tortuga* se atribuye a Esopo, pensador griego que vivió alrededor del año 500 a. n. e.

#### SITUACIÓN B velocidad y rapidez

### 2. Lean la siguiente fábula.

Un día, una ágil liebre se burlaba de la lentitud de la tortuga. Esta, sin alterarse, le replicó: "Seguro tú eres muy veloz, pero yo puedo ganarte en una competencia". La liebre, sin pensarlo aceptó. Varios animales se reunieron para ver la carrera. La tortuga empezó a caminar lentamente, pero de manera constante y sin detenerse. La liebre

avanzó alguna distancia, pero al constatar su rapidez, decidió descansar segura de su triunfo y se quedó dormida (figura 1.2). Al despertar, se dio cuenta de que la lenta tortuga casi llegaba a la meta. Entonces corrió con toda la velocidad que le era posible, pero fue inútil. La tortuga llegó primero y obtuvo el triunfo.

- ¿Quién fue más veloz, la liebre o la tortuga?, ¿por qué?

## GLOSARIO

**fábula:** texto breve cuyos personajes generalmente son animales. Tiene el propósito de instruir. Concluye con una enseñanza o moraleja.

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### El movimiento es relativo

El movimiento es un concepto relativo, ya que depende desde dónde se observe el objeto que se mueve, que en física llamamos *móvil*. Como la persona que lee su periódico en el interior de un vagón del metro, un cuerpo puede estar en movimiento con respecto a una referencia y en reposo con respecto a otra. Así, la señora con el ramo de flores y la persona de pie en el andén tienen razón. Pero, si es posible describir el movimiento de un objeto desde varias referencias, ¿cuál es la correcta?

No existe una respuesta única para esta interrogante, pues en general todas son igualmente válidas. Se sugiere elegir el **sistema de referencia** desde el cual se pueda describir el movimiento con mayor sencillez; por ejemplo:

- Si se quiere estudiar cómo cae un objeto, ¿es mejor usar como referencia la superficie de la Tierra o una barda cercana? ¿Por qué?

Aunque se pueden seleccionar sistemas de referencia más adecuados que otros, no existe ninguno que sea privilegiado o que tenga características especiales que nos obliguen a emplearlo en nuestros estudios; tampoco existe uno respecto al cual todos los objetos se encuentren en reposo. Además, como es posible elegir un sistema de referencia, es fundamental señalarlo para que podamos intercambiar información con otras personas. La ubicación de un objeto en relación con una referencia recibe el nombre de **posición**; por ejemplo, en la **figura 1.3** se muestra a un perro atado a un poste; si lo consideramos como referencia, podemos decir que la posición del perro es de 80 cm en relación con el poste; si el perro quisiera orinar, se acercaría al poste y entonces su posición sería 0 cm.

Por otra parte, si tomamos como referencia la orilla de una alberca durante una competencia de natación, como se muestra en la **figura 1.4**, podemos decir que la posición de una nadadora es de 0 m con respecto a la orilla cuando la toca, o de algunos metros cuando se acerca a ella. Observa que en los ejemplos anteriores el móvil en estudio cambia de posición y además requiere de cierto tiempo para hacerlo. Nunca sucede que el móvil esté en una posición y de repente aparezca en otra: el cambio de posición no puede ser instantáneo. Así, un objeto tiene movimiento cuando cambia su posición respecto a una referencia en determinado tiempo. Para describir las características del movimiento de un objeto se requiere precisar dónde y en qué momento se encuentra el móvil.

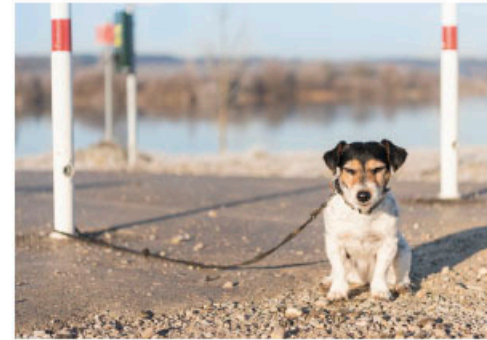
### 3. Comenten y respondan las cuestiones que se presentan.

- Observen la **figura 1.5**. ¿Se está moviendo el auto de carreras?, ¿es el fondo el que se mueve (como en los montajes de las películas) y el auto está quieto? Expliquen.
- Analicen la **figura 1.6** (siguiente página). Intercambien ideas y respondan las siguientes preguntas.
- Cuando el vagón está parado, ¿se mueven los siguientes personajes respecto a los que se indican?
  - La persona de suéter morado respecto al señor de la maleta.
  - La mujer con corbata respecto a la niña de vestido rojo.
- Cuando se cierran las puertas y el vagón avanza, ¿se mueven...
  - las personas del interior respecto al señor de traje?
  - la señora de corbata respecto a las personas que van en el interior del vagón?

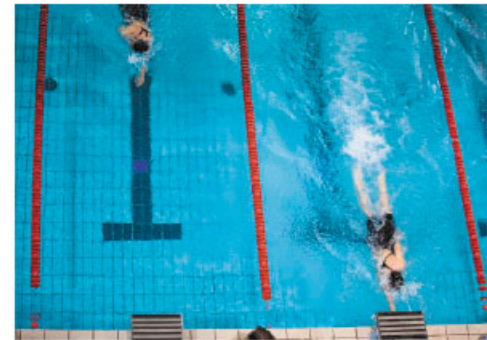


#TIC TAC

Busca más información sobre los sistemas de referencia en internet. Comenta con tus hallazgos con los compañeros y el profesor.



**Figura 1.3** Posición de un perro respecto al poste



**Figura 1.4** Posición de una nadadora respecto de la orilla de la alberca



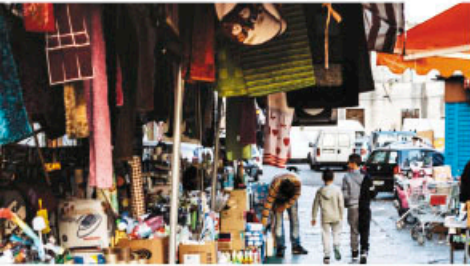
**Figura 1.5** ¿Se mueve el auto o el fondo?



**Figura 1.6** Esquema de una estación de metro

4. La **SITUACIÓN A** de la página 12 es muy semejante a la que acabas de analizar. Revisa tus respuestas y modifica lo que consideres necesario.

- Compara tu trabajo con el de tus compañeros de equipo; en caso de haber diferencias, cada uno explique el porqué de sus respuestas.
- Compartan sus conclusiones en foro con la orientación del profesor y lleguen a un acuerdo.



**Figura 1.7** Al ir de compras, podemos ir y venir varias veces por una misma calle.

### Movimiento en línea recta

A tu alrededor existe un sinnúmero de objetos que se mueven: animales, autos, camiones, el Sol, otras personas... ¡tú mismo! Estos movimientos pueden ser muy simples, como el de una goma que cae de tu mesa, o muy complicados, como el que efectúa una mosca cuando vuela. El movimiento más sencillo es el que se lleva a cabo en línea recta, y con su estudio iniciarás tus reflexiones sobre el movimiento.

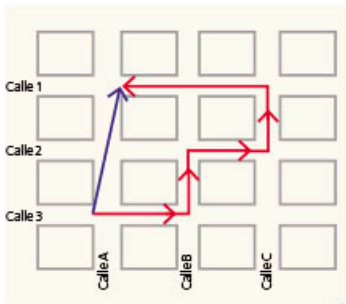
En el **movimiento rectilíneo** el móvil se desplaza en línea recta. La situación más fácil se presenta cuando el móvil parte justo de la referencia y se aleja de ella. Este es el caso que se suele estudiar en los libros, pero puede suceder que un móvil se encuentre lejos de la referencia y se acerque a ella, como la nadadora que se aproxima a la orilla de la alberca para terminar su competencia, u objetos que, si bien se mueven a lo largo de una línea recta, van y vienen pasando por la referencia, como una persona que va de compras, observa los puestos en una calle recta y no se decide (**figura 1.7**); puede avanzar, retroceder, detenerse, volver a avanzar, etcétera.

Las posibilidades del movimiento en línea recta hacen que se precisen algunas diferencias entre dos ideas básicas.

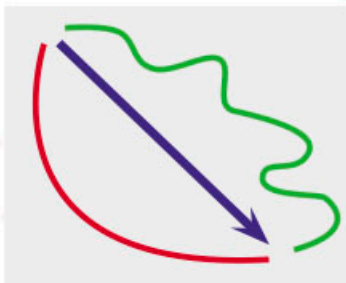
La primera es tener información de la posición que tiene el móvil respecto a una referencia al inicio y al final de su movimiento. La segunda es conocer la distancia total recorrida durante el movimiento. Esto claramente puede suceder al estudiar el movimiento de la persona que va de compras, la cual parte de un punto, va y viene buscando qué comprar, y al final termina donde empezó. Coinciden sus posiciones inicial y final, pero recorrió muchos metros antes de elegir qué comprar. Cuando se precisa la longitud entre la primera y la última posición, se tiene al **desplazamiento**, pero si se considera lo que mide todo el recorrido que hace el móvil, se tiene la **trayectoria**.

5. Busca en fuentes impresas y electrónicas el significado de los términos **desplazamiento** y **trayectoria**.

- Haz un dibujo en el que se muestren claramente las diferencias entre ambos conceptos.
- Prepara al final de tu cuaderno un diccionario con las palabras que necesitas para la comprensión de los temas de esta asignatura.



a)



b)

**Figura 1.8, a) y b)** Identifica las líneas que representan en cada figura la trayectoria y el desplazamiento efectuado por distintos móviles.

6. En las figuras 1.8 a) y b) de la página anterior escribe qué líneas corresponden a trayectoria, cuáles a desplazamiento y cuáles a distancia recorrida.

7. Analiza lo que sigue, responde y discute las conclusiones en el grupo.

a) El entrenador de un equipo de atletismo prepara a sus corredores para una carrera en una pista de 400 m de longitud. Pide al atleta más joven que parta de la línea de meta, dé diez vueltas y termine justo donde inició (figura 1.9).

- ¿Qué información es relevante para el entrenador, la trayectoria o el desplazamiento?, ¿por qué?

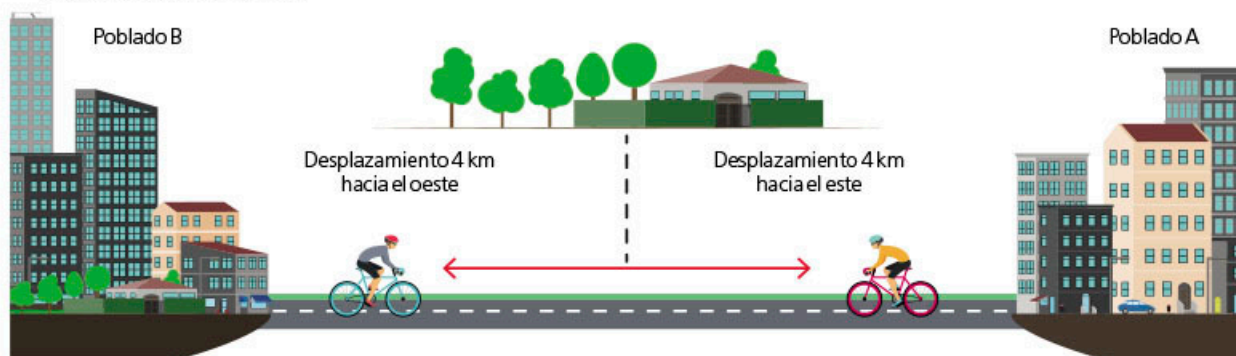
b) Un joven vive en una casa ubicada al costado de un camino recto. El poblado A está a 6 km hacia el este y el poblado B a 6 km hacia el oeste, como se muestra en la figura 1.10. Un día, da un paseo en bicicleta: sale hacia A, avanza 6 km y decide regresar 2 km. En total recorrió 8 km, esta es su trayectoria. En otra ocasión sale hacia B, recorre los 6 km que le separan y decide regresar 2 km; en este caso también recorrió 8 km y también esta es su trayectoria.

- Pero, ¿ambos paseos concluyeron en el mismo lugar?

La información interesante para estudiar el movimiento de este joven es la posición. Este concepto considera la longitud entre la primera posición y la última, pero también la idea de "hacia dónde" queda la última posición. Esta idea se representa en física con la ayuda de vectores, que son flechas cuya longitud se asocia con la magnitud de lo que representa, y cuya punta precisa el sentido; la inclinación de la línea indica la dirección, pero en este caso el camino no tiene subidas ni bajadas. Así, de acuerdo con la figura 1.10, en el primer caso el desplazamiento es de 4 km hacia el este, y en el segundo caso es también de 4 km, pero al oeste: una ubicación final totalmente opuesta.



Figura 1.9 En una pista de atletismo, si un atleta regresa a la posición en que inició su recorrido, desde el punto de vista de la física no hizo desplazamiento alguno.



Si bien es crucial distinguir entre trayectoria y desplazamiento en muchos movimientos, en el caso sencillo que ahora estudiamos (movimiento en línea recta donde el móvil parte de la referencia para alejarse de ella), la magnitud de estos dos conceptos es la misma. Esto facilita mucho las cosas, y por eso con frecuencia solo se habla de distancia recorrida por el móvil.

8. Forma equipo con tus compañeros, comenten las siguientes preguntas y deduzcan las respuestas correspondientes acerca de trayectoria y desplazamiento.

a) En el Super Óvalo de Chiapas, de 1.2 km de longitud, se hacen competencias de autos de la categoría Nascar. Si un auto parte de la meta, luego completa dos vueltas y termina en la misma posición, ¿cuál es la magnitud de su trayectoria?, ¿y de su desplazamiento?

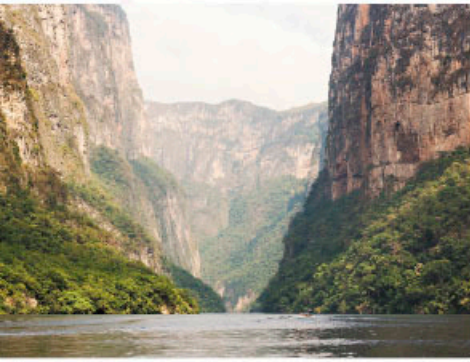
Figura 1.10 Ejemplo para distinguir entre trayectoria y desplazamiento



#DATO

Categoría Nascar: NASCAR corresponde a las siglas en inglés de *National Association for Stock Car Auto Racing*. Sus competencias se efectúan en circuitos ovales y con automóviles cuyo diseño básico corresponde al de los que circulan por las calles.





**Figura 1.11** Un cañón es producto de una separación de capas terrestres por una falla geológica. (En la foto, Cañón del Sumidero, en Chiapas, México).

b) Un pirata escondió un tesoro en la parte seca de un cañón natural (figura 1.11). Para complicar su localización a posibles ladrones, registró estas indicaciones.

A partir de la roca marcada con una calavera, caminar 150 pasos al norte, luego 70 pasos al sur y finalmente 40 pasos al norte.

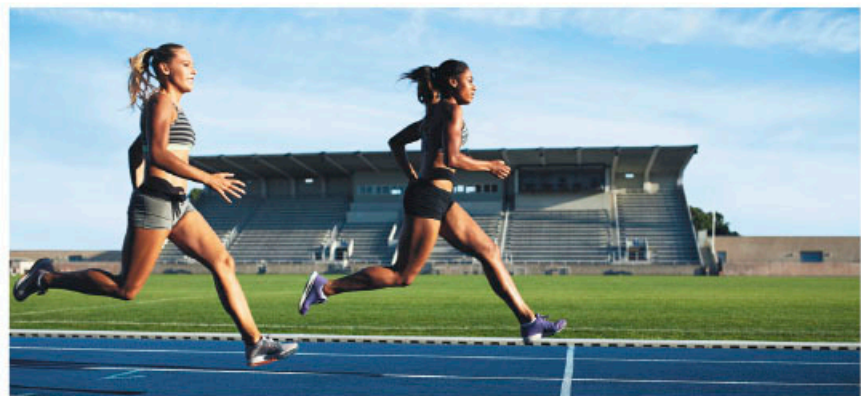
Si alguien sigue estas instrucciones, ¿cuál sería su trayectoria?, ¿cuál su desplazamiento (indiquen hacia dónde)?

- Para resolver el problema pueden ayudarse haciendo un esquema en una hoja de papel cuadriculado. Elijan un punto que corresponda al origen que el pirata marcó con la calavera.
- Analicen cómo marcarán los desplazamientos hacia N y S; también es importante ponerse de acuerdo con la escala que conviene elegir para elaborar el mapa y encontrar el tesoro.
- **Compartan el mapa con sus compañeros; si hay diferencias, argumenten por qué cada equipo considera que el suyo es el correcto.**

**9. Reúnete con un par de compañeros, analicen lo siguiente y respondan en sus cuadernos.**

El entrenador del equipo de atletismo registró el desempeño de sus atletas. Roberto corrió diez vueltas (de 400 m) en 20 min; Francisco hizo el mismo recorrido, pero en 19 min con 40 s. Por su parte, Alejandra corrió las diez vueltas en 15 min, mientras que Leticia lo hizo en 14 min con 20 s (figura 1.12).

a) Con base en estos registros, ¿a quiénes elegirías para ir a la siguiente competencia?, ¿por qué?



**Figura 1.12** ¿Qué mediciones consideras para elegir a un corredor?



**#DATO**  
Usain Bolt es considerado el hombre más rápido de mundo, ya que en el Campeonato Mundial de Berlín corrió 100 m en tan solo 9.58 s.

Aunque por ahora solo se considera la idea de distancia para calcular qué tan rápido se mueve un objeto, los conceptos *rapidez* y *velocidad* difieren.

Regresemos al caso del joven que pasea en bicicleta; pensemos que cuenta con un dispositivo que indica la rapidez en km/h. En el momento en que se dirige al poblado A, lee en la carátula: 12 km/h; algún otro día, cuando va al poblado B, su lectura es también de 12 km/h y piensa: “Qué curioso, voy igual de rápido, pero me dirijo a sitios diferentes”.

En efecto, la rapidez se refiere a la distancia y tiempo que tarda un objeto en recorrerla, pero sin precisar hacia dónde se dirige, mientras que la **velocidad**, desde el punto de vista de la física, requiere especificar la dirección y sentido del móvil. Como hemos elegido estudiar el movimiento más sencillo, la magnitud de la velocidad y de la rapidez coinciden.

La rapidez se estima por medio del siguiente modelo.

$$\text{rapidez} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo empleado}}$$

Mientras que la velocidad es

$$\text{velocidad} = \frac{\text{desplazamiento}}{\text{tiempo empleado}}$$

- b) En el caso del atleta que da diez vueltas a una pista de atletismo y concluye justo en la misma posición donde inició...
- ¿El desplazamiento coincide con la distancia recorrida?
  - ¿Y la velocidad con la rapidez?
- c) ¿En qué situaciones la distancia recorrida no es 0, pero el desplazamiento sí?
- ¿Qué sucede con la rapidez y la velocidad respectivas?

En el habla cotidiana se emplea la palabra *rapidez* como sinónimo de *velocidad*; por ejemplo, decimos que la "velocidad" de un atleta que da varias vueltas a una pista y termina donde empezó es 10 km/h, aunque en términos de la física su velocidad es 0, pues no hubo desplazamiento. Cuando laves a cabo un estudio para la ciencia debes tener en cuenta las distinciones anteriores.

Para estudiar el movimiento de manera simplificada, con frecuencia se propone en los textos que para estimar la velocidad de un objeto solo hay que dividir la distancia recorrida entre el tiempo empleado. El modelo propuesto es el siguiente.

$$\text{velocidad} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}$$

o bien,

$$v = \frac{d}{t}$$

Se trata de un modelo sencillo que se usa en textos y que también será el empleado aquí. Sin embargo, y para no cometer errores, no pierdas de vista que **funciona solo para movimientos en línea recta cuando el móvil se aleja de la referencia en un solo intento**. Esto implica que la trayectoria y el desplazamiento coinciden y que la magnitud de la rapidez y de la velocidad es la misma.

En estas condiciones es sencillo calcular velocidades; por ejemplo, un avión que despega y viaja en línea recta 1 200 km en 2 h lo hace a una velocidad de

$$v = \frac{d}{t} = \frac{1\,200\text{ km}}{2\text{ h}} = 600\frac{\text{ km}}{\text{ h}} \text{ (figura 1.13)}$$

Por otra parte, un ciclista que sale de su casa y avanza por un camino recto para recorrer 4 000 m en 20 min, tiene una velocidad de

$$v = \frac{d}{t} = \frac{4\,000\text{ m}}{20\text{ min}} = 200\frac{\text{ m}}{\text{ min}}$$

En las fórmulas anteriores,  $v$  representa la *velocidad media* o *velocidad promedio*; es decir, indica la distancia promedio que recorre el móvil por unidad de tiempo (aunque no necesariamente tenga siempre la misma rapidez en todo el trayecto). Por ejemplo, para el primer caso, el avión recorre 600 km en 1 h; para el segundo, el ciclista recorre 200 m en un minuto.



**Figura 1.13** El cálculo que se hizo para la velocidad del avión da una idea de cómo fue su movimiento; sin embargo, en realidad un avión parte del reposo, aumenta su velocidad durante el despegue y reduce su velocidad al aterrizar. Así, para detallar más su movimiento es necesario emplear otro tipo de magnitudes físicas.



**#DATO**  
El avión Aérospatiale-BAC Concorde, comúnmente conocido como Concorde, fue capaz de volar con rapidez máxima de 2 140 km/h, que equivale a 594.4 m/s; es decir, ¡recorría 594.4 m por cada segundo! (Figura 1.14, en la sig. página.)



Figura 1.14 Avión Concorde

### #DATO



Algunos valores de rapidez:

De 1 m/s a 2.5 m/s: personas caminando a paso lento, nadadores, botes de remo.

De 2.5 m/s a 5 m/s: niños corriendo, ciclistas, tranvías, barcos.

De 5 m/s a 10 m/s: corredores, patinadores, veleros.

De 10 m/s a 25 m/s: pájaros en vuelo, botes de motor, caballos de carrera.

De 25 m/s a 50 m/s: autos de carrera, aviones.



Figura 1.15 Entrada a un tren subterráneo

Las unidades de la velocidad son de longitud entre unidades de tiempo. En el Sistema Internacional de Unidades (SI) estas se expresan en m/s, aunque en nuestro entorno, y en especial en los medios de transporte que generalmente usamos, se expresa en km/h.

En términos generales, la velocidad depende de la distancia que se recorre y del tiempo que se emplea en hacerlo; por ejemplo, si dos automóviles hacen el mismo recorrido, pero en diferente tiempo, el que tarde menos será el más veloz, mientras que si dos atletas corren durante una hora, pero uno avanza más, este será el que haya desplegado más velocidad. Cuando se trate de comparar dos objetos que recorren distancias diferentes en tiempos distintos, el cociente de distancia entre tiempo será el factor decisivo para decidir cuál tiene mayor velocidad:  $v = \frac{d}{t} = \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$

### 10. Efectúa los siguientes ejercicios numéricos de cálculo de velocidades.

- ¿Cuál es la velocidad de un auto que recorre en línea recta 40 km en media hora?
  - La luz recorre aproximadamente un millón y medio de metros en 5 s, ¿cuál es su velocidad?
- Valida tus soluciones con tus compañeros y discutan las respuestas.

### 11. Forma equipo con tus compañeros y respondan de nuevo las preguntas de la SITUACIÓN B de la página 12.

- ¿Quién es más veloz, la liebre o la tortuga?, ¿por qué?
- Toda fábula contiene una enseñanza o moraleja, ¿cuál sería para ustedes la moraleja de la fábula de la liebre y la tortuga?

### 12. Resuelve el siguiente problema.

En algunas ciudades, a la entrada del tren subterráneo hay escaleras automáticas eléctricas y normales (figura 1.15). Si en los dos casos las personas bajan los escalones con el mismo ritmo, ¿quién llegará primero al sótano?, ¿bajaron con la misma velocidad?

## Gráficas de posición vs. tiempo

Una manera muy interesante de estudiar el movimiento de los objetos es representarlo en gráficas construidas en planos cartesianos. La convención empleada considera que en el eje horizontal se ubique el tiempo y en el vertical la posición. Además, en general se considera que en el punto donde se cruzan los ejes cartesianos se ubica la referencia.

Considera la siguiente situación: una ciclista pasa por la referencia y después de 4 min de viajar en línea recta se encuentra a 800 m de ella. La gráfica mostrada en la figura 1.16 representa este movimiento.

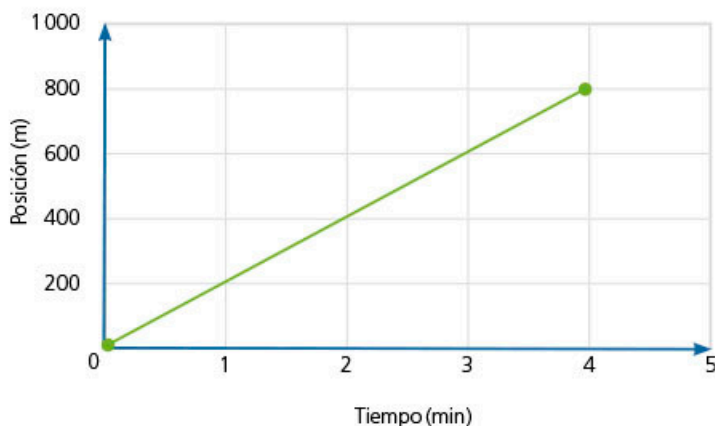


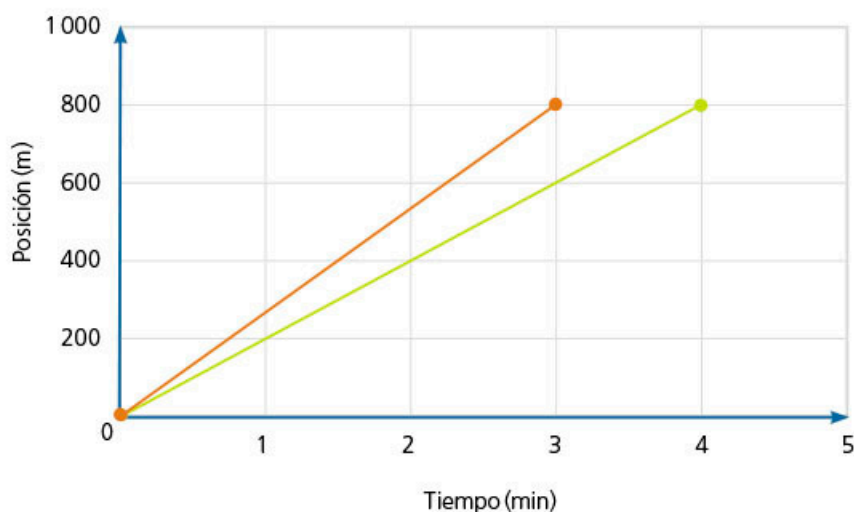
Figura 1.16 Gráfica posición-tiempo de una ciclista

### 13. Observa los siguientes detalles en la gráfica anterior.

- En los ejes se encuentran las variables: *posición* y *tiempo*, cada una con sus unidades entre paréntesis.
  - La línea de la gráfica (en verde) no tiene que ver con el movimiento que efectúa la ciclista. Una cosa es la situación del movimiento real del objeto, y otra la forma en que se le representa mediante este modelo. Es incorrecto pensar que la ciclista se mueve de forma inclinada.
  - Es posible obtener información adicional a partir de la gráfica.
  - Entre las posiciones inicial y final podemos precisar otras posiciones y sus tiempos. Al observar la gráfica se sabe que después de un minuto de recorrido el ciclista ha avanzado 200 m, o que cuando ha avanzado 600 m han transcurrido 3 min. A esto se le llama **interpolación**.
  - Nota que si extendemos la línea azul de la gráfica podemos pensar que, si la ciclista continúa su movimiento un minuto más, la distancia que recorrerá será 1 000 m. A esto se le llama **extrapolación** y es muy interesante para la ciencia porque proporciona información de situaciones que no ocurren, es decir, da la oportunidad de **predecir**.
- **Explica, en tu cuaderno, qué representa la inclinación de la recta verde.**

La representación gráfica del movimiento es una herramienta muy útil para su estudio, ya que con ella se analizan situaciones en las que el móvil no parte necesariamente de la referencia o hace movimientos más complicados.

También se pueden trazar dos rectas sobre una misma gráfica para comparar el movimiento de dos objetos; por ejemplo, si fueran dos ciclistas que hacen el recorrido del ejemplo anterior, ambos cruzan la referencia tomada como origen en el mismo instante, pero uno de ellos recorre 800 m en 3 min. La gráfica posición-tiempo que representa el movimiento de ambos sería la siguiente (figura 1.17).



- ¿Cuál es la velocidad que lleva cada ciclista?
  - Si medimos la inclinación de la recta, del eje X hacia el eje Y, ¿a mayor inclinación la velocidad es mayor o menor?
- **Justifica tus respuestas anteriores y validalas con ayuda del profesor.**

## GLOSARIO

**interpolación:** partir de información conocida para obtener datos incluidos dentro del conjunto total de información.

**extrapolación:** partir de información conocida para obtener datos que no se encuentran dentro del conjunto total de información.

## #DATO

**Sistema Internacional (SI):** conjunto formado por siete unidades de medición a partir de las cuales se definen todas las demás. Los trabajos científicos usan este sistema de unidades. Dentro de él se encuentran el metro, el kilogramo y el segundo.

En el SI la unidad de velocidad es el metro por segundo (m/s) e indica la distancia recorrida por cada segundo que transcurre; así, una velocidad de 4 m/s indica que el objeto avanza 4 m cada segundo.

## #ALGUIEN COMO YO

Donna De Varona es una nadadora que a los trece años fue miembro del equipo olímpico de Estados Unidos de América. Ganó su primera medalla olímpica de oro en la prueba de nado de 400 m con un tiempo de 5:18.7 (cinco minutos, dieciocho segundos y siete décimas).

**Figura 1.17** Gráfica posición-tiempo de dos ciclistas que parten del mismo punto.

#### 14. Forma equipo con tus compañeros para hacer la siguiente actividad.

- Su propósito es que te vivas tú como móvil (eres el protagonista) y puedan percibir, en grupo, lo que es posición, la distancia que se recorre en cada intervalo de tiempo y cómo cambia la forma de la gráfica si el movimiento se lleva a cabo a diferentes velocidades.
- Para hacer la actividad hace falta trabajar como equipo.



## EXPERIMENTA

### Caminantes

En esta actividad utilizarán valores de posición y tiempo para representar gráficamente la forma en que te mueves a lo largo de un camino recto.

#### Materiales

- Cronómetro (pueden usar el de un celular)
- Cinta métrica y cinta adhesiva
- Espacio con una longitud mínima de 30 m (puede ser un pasillo, un patio o una cancha escolar)

#### Planeación

1. **Pongan marcas de cinta adhesiva en el piso cada 3 m en línea recta.**
  - a) Elijan al participante que caminará, al que observará las marcas e indicará el momento en que el caminante pase por ellas, al que usará el cronómetro y dirá en voz alta la lectura del tiempo cuando el caminante pase por cada marca, y al que tomará los datos.
2. **Su profesor les indicará cuál de las siguientes opciones ejecutará su equipo.**
  - a) Caminar de manera lenta y uniforme por la trayectoria recta marcada.
  - b) Caminar de manera rápida y uniforme por la trayectoria recta marcada.
  - c) Dejar transcurrir 3 s parados en la primera marca y empezar a caminar de manera lenta y uniforme por la trayectoria recta marcada.

- d) Colocar al caminante a 6 m del inicio de la trayectoria. Caminar de manera lenta y uniforme por la trayectoria recta marcada.
- e) Colocar al caminante al final (en la última marca) de la trayectoria. Caminar de manera lenta y uniforme del final al inicio de la trayectoria recta.

#### Predicción

Antes de efectuar la actividad, cada grupo debe dibujar un conjunto de cinco gráficas que representen las situaciones anteriores. Discutan entre ustedes si todas serán iguales, y en caso de que piensen que son distintas acuerden cuál es la diferencia entre ellas.

#### Desarrollo

1. **Cada equipo lleve a cabo la actividad asignada.**

#### Resultados

1. **Elaboren la gráfica posición-tiempo de la opción que desarrollaron (atiendan los valores máximos de distancia y tiempo que registraron para elegir la escala de su gráfica).**
2. **La línea recta trazada en la gráfica debe pasar por la mayoría de los puntos obtenidos de manera experimental.**
3. **Dibujen en una misma gráfica los cinco casos. Analicen todas las gráficas en el grupo.**

#### Análisis de resultados

1. **¿Coinciden de manera general los resultados con las predicciones? Si no es así, identifiquen qué punto de la situación no fue tomada en cuenta.**
2. **Discutan detenidamente por qué es tan distinta la gráfica del equipo 5.**
3. **Vuelvan a responder al siguiente planteamiento: si medimos la inclinación de la recta del eje  $x$  hacia el eje  $y$ , ¿a mayor inclinación la velocidad es mayor o menor? Discutan la respuesta con sus compañeros.**

## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

### 15. Analiza la siguiente situación.

Considera que una persona A va a bordo de un vagón de tren con grandes ventanas (figura 1.18) que se mueve de derecha a izquierda en línea recta con una velocidad de 40 km/h. La persona empuja un carrito de juguete hacia la izquierda en línea recta con velocidad que para ella es de 2 km/h.

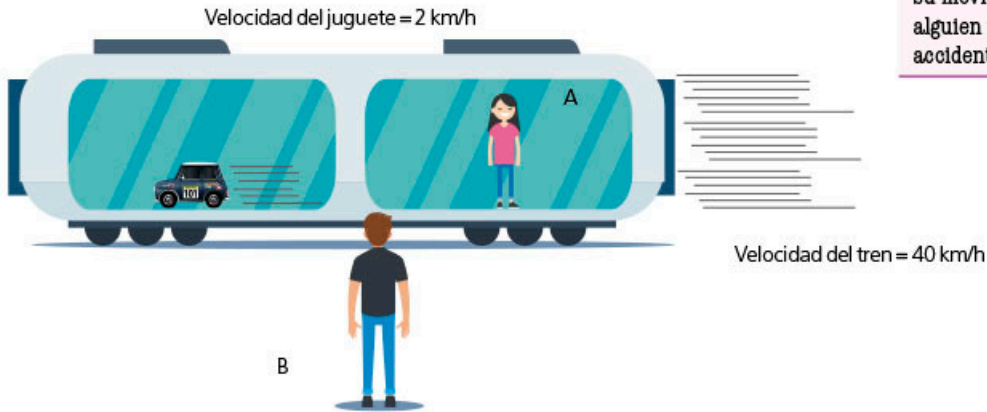


Figura 1.18 Un carrito de juguete se mueve dentro de un vagón en movimiento.

- ¿Cuál es la velocidad del carrito para una persona B que ve pasar el tren?
- Intercambia ideas con tus compañeros: ¿es posible que la velocidad de un objeto dependa del observador? Argumenten su respuesta.

### 16. Identifica dónde se encuentran dos amigos.

Lalo y Paco viven en dos poblados ubicados sobre un camino recto. La distancia entre los poblados es de 2 400 m. Un día se ponen de acuerdo para encontrarse en el camino. Ambos salen de sus casas en bicicleta al mismo tiempo. Lalo avanza a una velocidad media de 400 m/min (es decir, recorre 400 m en 1 min), mientras que Paco, que es un ciclista muy competitivo y tiene una súper bicicleta, lo hace a 600 m/min (es decir, recorre 600 m en 1 min).

- ¿Dónde y cuándo se encuentran?
  - Para construir tu respuesta te sugerimos que inicialmente completes las tablas 1.1 y 1.2, en las que escribas la distancia que cada uno recorre minuto a minuto, hasta llegar al otro poblado.
- A continuación, elabora una gráfica  $d$  vs.  $t$ , en la que representes el movimiento de Lalo y de Paco. Para ello, elige en qué poblado (el de Lalo o el de Paco) emplearás como referencia. Analiza las dos rectas de la gráfica, ¿dónde y cuándo se encuentran estos dos amigos si avanzan a velocidad constante?

### 17. Escribe con tus palabras la diferencia entre rapidez y velocidad. Añade estas definiciones a tu diccionario personal.

### 18. Reflexiona sobre tu avance al haber trabajado esta secuencia; ¿qué partes se te facilitaron más?

- ¿Consideras que dedicaste tiempo suficiente a las actividades?, ¿qué podrías mejorar?

## #REFLEXIONA



Un auto que viaja a 100 km/h recorre 28 m en 1 s; una persona camina a 0.5 m/s en promedio, es decir, el auto viaja 56 veces más rápido que una persona. Recuerda esto al cruzar la calle, y utiliza los puentes peatonales, ya que quien conduce no percibe su movimiento como lo hace alguien fuera del vehículo. ¡Evita accidentes!

Tabla 1.1 Lalo

$v = 400 \text{ m/min}$	
$t$ (min)	$d$ (m)
0	0
1	
2	800
3	
4	
5	
6	2 400

Tabla 1.2 Paco

$v = 600 \text{ m/min}$	
$t$ (min)	$d$ (m)
0	0
1	600
2	
3	
4	

**Eje:** diversidad, continuidad y cambio

**Tema:** tiempo y cambio

**Aprendizaje esperado:** comprende los conceptos de velocidad y aceleración.



**Figura 2.1** Niño lanza hacia arriba un objeto que luego regresa a sus manos.

## MIS PRIMERAS IDEAS

En la secuencia anterior se estudiaron movimientos de velocidad constante y velocidad media o promedio; en esta secuencia analizarás movimientos en los que la velocidad cambia en situaciones que se presentan con frecuencia en la vida cotidiana. Explorarás modelos gráficos para representar estos movimientos.

**1. En equipos, recuperen su experiencia cotidiana sobre el movimiento para analizar la siguiente situación, y respondan las interrogantes que se plantean.**

Un transporte colectivo que recorre la ruta Mercado-Puente Blanco avanza por una larga avenida recta. Un estudiante hace la parada y el conductor se detiene. El estudiante sube y se sienta para estudiar, porque tiene examen. El conductor arranca con cautela al ver que hay personas que cruzan la calle; pero ya que la ve despejada, aumenta la velocidad y así la mantiene hasta que una señora con dos pequeños le hace la parada; entonces frena para detenerse.

- ¿La velocidad del transporte fue siempre la misma?
- ¿Cuál fue el valor de la velocidad cuando subió el estudiante?
- ¿En alguna ocasión la velocidad se mantuvo constante?
- ¿Qué sucede con la velocidad del transporte cuando frena?

Intercambien ideas y comparen sus respuestas con las de otros equipos.

**2. De seguro en más de una ocasión has lanzado un objeto verticalmente hacia arriba que después regresa a tus manos (figura 2.1).**

Si deseas, vuelve a hacerlo. Una pelota, unas llaves o una goma te pueden servir muy bien. Analiza el movimiento y qué ocurre con la velocidad del objeto cuando...

- va hacia arriba,
- va hacia abajo,
- está en el punto más alto.

## MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### Cambios en la velocidad de los objetos

**3. Seguro has escuchado que algún objeto o alguna persona tiene aceleración o "está acelerado".**

- Recupera alguna de estas situaciones y descríbela. ¿Por qué se dice que están acelerados?, ¿qué es la aceleración?
- Intercambia ideas con tus compañeros.

Con frecuencia, se asocia la idea de aceleración con situaciones que ocurren con mucha prisa; por ejemplo, si alguien se mueve o habla rápido se piensa que es "muy acelerado", o bien se ve pasar un auto deportivo que viaja a gran velocidad se considera que tiene "mucha aceleración".

Dentro de la física, de manera formal y precisa la **aceleración** se refiere al cambio de velocidad y no a velocidades de gran magnitud; por ejemplo, durante un viaje en transporte colectivo se presentan aumentos y reducciones en su velocidad, en estos casos existe aceleración. Y, cuando el transporte se mueve con velocidad constante, por muy de prisa que vaya, no existe aceleración pues la velocidad no cambia.

4. Considera las siguientes situaciones y reflexiona si la velocidad cambia o no en el transcurso del tiempo. Anota en el cuaderno tus conclusiones.

- a) Un auto de carreras parte de la línea de salida y aumenta su velocidad a 100 km/h en 2.5 segundos.



- b) La **velocidad de crucero** que mantiene un avión es de 900 km/h.  
c) Un tráiler que viaja a 80 km/h frena y reduce su velocidad a 20 km/h.  
d) Un paracaidista se lanza desde un avión en caída libre.  
◀ ¿Cuándo existe aceleración? Justifica tu respuesta.

Efectivamente, en las situaciones a), c) y d) la aceleración (cambio de velocidad) se presenta cuando la velocidad aumenta, pero también cuando disminuye. Con frecuencia se advierte en mayor medida un movimiento acelerado que uno **desacelerado**. Si lanzas hacia arriba una pelota, ¿existe aceleración cuando sube?, ¿y cuando baja?

El estudio del movimiento de los cuerpos se remonta a Aristóteles (384-322 a. n. e.). Él explicaba que había dos tipos de movimiento: el natural, como la caída de los cuerpos, y el forzado, como el de una carreta que es tirada por caballos. Ahora sabemos que sus ideas no eran del todo correctas, principalmente porque no eran sometidas a experimentación. Su influencia en el pensamiento científico fue tan grande que transcurrieron cerca de veinte siglos para que Galileo Galilei (1564 - 1642) describiera con certeza el movimiento de los objetos que caen.

Aristóteles identificó que en varias ocasiones los objetos eran "obligados a moverse contra su naturaleza" (por ejemplo, al levantar un tronco); en estos casos se tenía un movimiento violento. Él observaba, analizaba y proponía sus ideas; pero sus explicaciones no eran sometidas a prueba de manera sistemática, no las comparaba con lo que sucede en la naturaleza; es decir, ¡no hacía experimentos como los de ahora!

Tuvieron que pasar varios siglos para que Galileo Galilei, al dudar de las explicaciones de la caída de los cuerpos, hiciera pruebas en las que aislaba y manejaba los aspectos de su interés, hacía suposiciones y confirmaba o rechazaba sus supuestos de acuerdo con el resultado de sus pruebas; es decir, experimentaba de forma sistemática.

Sus estudios son importantes para la física porque, además de introducir como procedimiento el planteamiento de hipótesis y la experimentación, permitieron la construcción de modelos matemáticos para la aceleración (cambio de velocidad).

Al inicio de su trabajo, Galileo se dio cuenta de que el tiempo que tarda un objeto en caer es muy poco; por ejemplo, un jarrón que cae del techo de una habitación tarda menos de un segundo en llegar al piso. Entonces, ideó una forma para medir el tiempo que dura este movimiento.

#DATO

El Bugatti Veyron acelera de 0 km/h a 100 km/h en tan solo 2.5 s. (Figura 2.2)

Figura 2.2 Bugatti Veyron

GLOSARIO

**velocidad de crucero:** es una velocidad constante y uniforme que mantiene un aeronave en la mayor parte de su trayectoria.

**desacelerar:** reducir la velocidad. También se usa como sinónimo de "frenar".

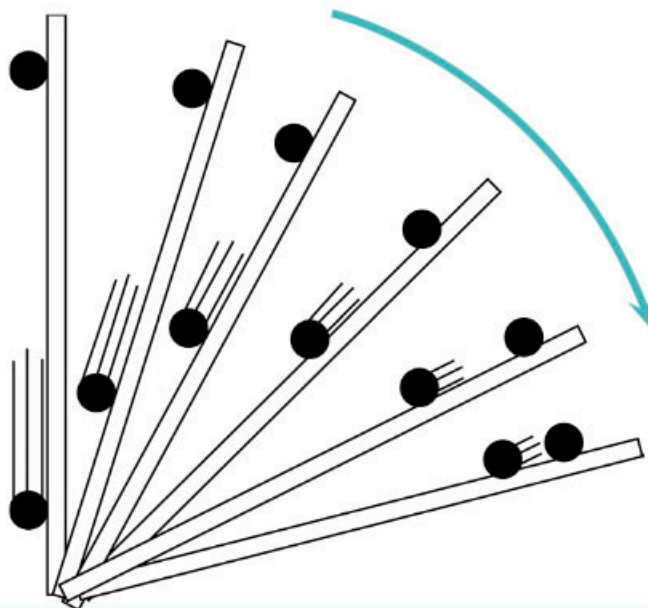
#DATO

Cuando un conductor pisa el acelerador del automóvil, la velocidad aumenta y la aceleración es positiva. En cambio, cuando pisa el freno, la velocidad disminuye y la aceleración es negativa.



Piensa de esta forma: al dejar caer verticalmente una esfera metálica que hace contacto con una rampa vertical, el tiempo que se mantiene en movimiento es corto.

- ¿Qué sucede con el tiempo que la esfera tarda en caer si disminuye la inclinación de la rampa respecto a la horizontal (figura 2.3).



**Figura 2.3** Estrategia para aumentar el tiempo de caída de una esfera



**Figura 2.4** Plano inclinado en el Museo de Galileo en Florencia

Con una idea similar, Galileo encontró la manera de "retardar" la caída de un cuerpo para medir los tiempos con mayor facilidad. En la figura 2.4 se muestra uno de los planos inclinados que empleó para hacer sus experimentos.

También notó que el movimiento vertical de la esfera y el que efectuaba al rodar hacia abajo por un plano inclinado eran del mismo tipo: cambiaban su velocidad al mismo ritmo; es decir, presentaban aceleración uniforme.

### 5. Haz el siguiente experimento para analizar el cambio de velocidad de un objeto que cae.

- a) Consigue una moneda de \$ 10.00 y déjala caer en la palma de tu mano desde una altura de 10 cm.
  - b) Ahora, deja caer la moneda en la palma de tu mano, pero desde una altura de 1 m, aproximadamente.
- Comenta esta experiencia con tus compañeros. ¿Sintieron el mismo efecto en ambas ocasiones?, ¿en qué caso piensan que la moneda tiene más velocidad al final del trayecto?, ¿por qué?

### Gráfica posición vs. tiempo

Galileo también observó que los objetos aumentan su velocidad al caer. Para describir con detalle cómo cambia esta velocidad, hizo experimentos en los que dejó rodar bolas de bronce sobre rampas de madera.

Sin embargo, en su investigación se enfrentó al problema de no poder medir la velocidad directamente (habría sido más sencillo si hubiera dispuesto de la tecnología actual). En su lugar, midió las distancias que las bolas recorrían y los tiempos que empleaban, para después organizar esta información en modelos matemáticos.

### 6. Resuelve la siguiente actividad junto con un compañero, para analizar la caída libre de manera parecida a como lo hizo Galileo.

Un estudiante dejó rodar un balón por una rampa acanalada, como en la **figura 2.5**. Midió el tiempo que tardó durante su caída al pasar por marcas colocadas cada 10 cm, y registró la información en la **tabla 1**.

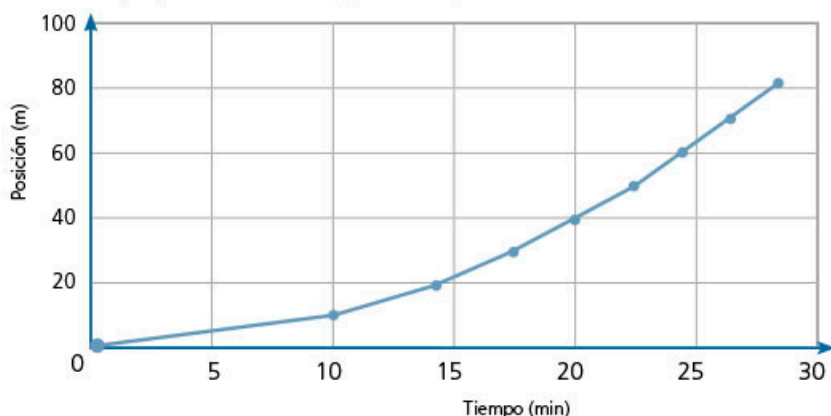
Posición (cm)	0	10	20	30	40	50	70	80
Tiempo (s)	0	14	17	20	22	24	26	28

**Tabla 1** Posición y tiempo de un balón que rueda por una rampa

- De acuerdo con los datos de la tabla, ¿se incrementa el tiempo de la misma manera que la posición?
  - Si trazan la gráfica posición vs. tiempo correspondiente, ¿tendrá la misma forma que la construida en el cierre de la secuencia anterior? Argumenten su respuesta.
  - Construyan, en su cuaderno, la gráfica posición vs. tiempo con base en los datos de la tabla 1. Sugerencia: identifiquen los valores máximos de la posición y del tiempo para elegir una escala conveniente.
  - Describan cuál es la diferencia principal entre las formas de ambas gráficas: la obtenida con los datos de la tabla 1 y la que construyeron en el cierre de la secuencia anterior.
- 🔴 **Discutan a qué se debe esa diferencia y comparen sus argumentos con los de otros equipos.**

**7. Probablemente obtuviste una gráfica parecida a la mostrada en la figura 2.6.; analízala y responde lo siguiente.**

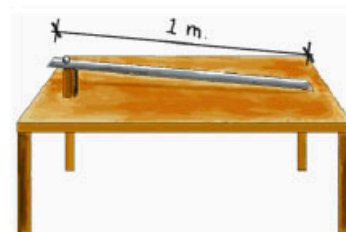
- ¿Qué distingue a esta gráfica de las construidas en la secuencia anterior (1)?
- ¿Cómo se nota en la gráfica si la velocidad no cambia (es constante) o si se modifica (no es constante)?
- ¿Qué forma tiene la gráfica posición vs. tiempo en el caso de la caída de un cuerpo (como el estudiado por Galileo)?



## Aceleración

**8. En un laboratorio escolar hay una rampa mixta como la que ves en la figura 2.7 de la siguiente página.**

- 🔴 **Reflexiona sobre el movimiento de un balón que se deja rodar por ella.**
- ¿En qué tramos de la rampa piensas que el balón tiene aceleración?, ¿por qué? Intercambia ideas con tus compañeros.



**Figura 2.5** Rampa acanalada sobre la que rueda un balón en la mesa de un laboratorio escolar



### #FUENTE

Acude a Internet para buscar formas de medir la velocidad de los automóviles. Comenta tus hallazgos con los compañeros de grupo.

**Figura 2.6** Gráfica posición vs. tiempo



### #DATO

La gráfica posición vs. tiempo para un movimiento con aceleración constante es una parábola (curva abierta formada por dos líneas curvas o ramas simétricas), mientras que para un movimiento sin aceleración la gráfica es una línea recta. Cuando se lanza un objeto y este se acelera o desacelera de manera constante, la trayectoria que describe es una parábola, o parte de la misma.



## #TIC TAC



Si tienes oportunidad de consultar internet, visita la página [redir.mx/SSPCF2-026a](http://redir.mx/SSPCF2-026a), para observar la diferencia que existe entre la forma de las gráficas de un movimiento acelerado y uno sin aceleración. ¿Qué diferencia hay entre las gráficas de posición vs. tiempo y de velocidad vs. tiempo? [redir.mx/SSPCF2-026b](http://redir.mx/SSPCF2-026b).

- b) Argumenta en qué tramo la aceleración es mayor.  
c) Haz una descripción por escrito del movimiento, en la cual expliques qué piensas que sucede con la velocidad del balín. Supón que el balín inicia y termina su recorrido en el tramo A.



Figura 2.7 Rampa mixta

## #DATO



Una aceleración de  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  significa que el objeto aumentará su velocidad en  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  por cada segundo que transcurra, mientras que una de  $-2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  indica que la velocidad del objeto disminuirá  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  por cada segundo transcurrido.

**La aceleración es el cambio de velocidad en un intervalo de tiempo.** Esto quiere decir que, para cierto tiempo, el móvil tiene una velocidad; mientras que para otro, la velocidad ha cambiado. La aceleración se puede presentar en objetos que caen, como el balín de la figura 2.7 (que en el tramo A aumenta su velocidad y en el C, la reduce), y para objetos que se mueven de manera horizontal, como autos o ciclistas.

Por ejemplo, un automovilista avanza en un camino recto con una velocidad de  $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  a las 9:10 h. Al ver que el camino está libre, oprime el acelerador de tal forma que a las 9:14 h su velocidad es  $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Entonces, la velocidad cambió  $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  en un intervalo de tiempo de 4 min.

Nota que para obtener el cambio en la velocidad, se resta el valor inicial al valor final, en este caso,  $80 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Lo mismo se hace para conocer el valor del intervalo de tiempo en que sucedió este cambio:  $9:14 \text{ h} - 9:10 \text{ h}$ . La magnitud de la aceleración se estima mediante la siguiente relación.

$$a = \frac{\text{cambio de velocidad}}{\text{intervalo de tiempo}}$$

o bien,

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{80 \text{ km/h} - 20 \text{ km/h}}{4 \text{ min}} = \frac{60 \text{ km/h}}{4 \text{ min}}$$

Para hacer cálculos con el modelo anterior, las unidades deben ser congruentes, es decir, las longitudes y los tiempos deben expresarse en las mismas unidades. A pesar de que con frecuencia la velocidad se expresa en  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ , estas unidades deben transformarse en  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  para calcular la aceleración en el Sistema Internacional de Unidades (SI) pues, en este caso, las unidades de la aceleración son  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

Un ejemplo sencillo para calcular la aceleración se presenta cuando un avión que viaja en línea recta a  $700 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  a las 20:00 h, aumenta poco a poco su velocidad y a las 23:00 h su velocidad ya es de  $1\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

Entonces su aceleración es

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} = \frac{1\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}} - 700 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{11 \text{ h} - 8 \text{ h}} = \frac{300 \frac{\text{km}}{\text{h}}}{3 \text{ h}}$$

## #DATO



En la expresión para calcular la aceleración, los subíndices  $f, i$  se leen "final" e "inicial", respectivamente. Por ejemplo,  $V_f$  se lee "velocidad final".

## #DATO



### Para las unidades:

Recuerda que cuando se tiene una división de fracciones, para calcular el resultado se hace producto de extremos entre producto de medios como se muestra.

$$\frac{\frac{\text{km}}{\text{h}}}{\frac{\text{h}}{1}} = \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1}{\text{h}} = \frac{\text{km}(1)}{\text{h}(\text{h})} = \frac{\text{km}}{\text{h}^2}$$

Es decir,

$$a = 100 \frac{\frac{\text{km}}{\text{h}}}{\text{h}} = 100 \frac{\text{km}}{\text{h}^2}$$

En este caso no se trabajó en SI; sin embargo, las unidades son congruentes, pues todas las longitudes se expresan en kilómetros y los tiempos en horas. Físicamente, la aceleración calculada significa que durante la primera hora la velocidad del avión aumentó  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , entonces, a las 21:00 h su velocidad era de  $800 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

Pasada una hora, a las 22:00 h, su velocidad aumentó otros  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  para llegar a una velocidad de  $900 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  y, finalmente, en la última hora, la velocidad del avión aumentó otros  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  hasta alcanzar los  $1\,000 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Así, una aceleración de  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}^2}$ , o bien  $100 \frac{\text{km/h}}{\text{h}}$ , significa que la velocidad de este móvil cambia  $100 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  por cada hora que transcurre. De manera análoga, una aceleración de  $7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , o bien  $7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , significa que el móvil aumenta su velocidad en  $7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  por cada segundo que transcurra. Como se mantiene el ritmo de cambio de la velocidad para cada caso, se dice que su aceleración es constante.

En la vida cotidiana se presentan muchos cambios de velocidad. Cuando aumenta, decimos que los objetos aceleran, como sucede con automóviles, ciclistas o corredores. Pero también sucede que los objetos que viajan a cierta velocidad la reducen; entonces se dice que frenan, como el autobús que se detiene en la parada para que los pasajeros puedan abordarlo. Cabe mencionar que la aceleración es una magnitud que, como el desplazamiento y la velocidad, tiene dirección y sentido, pero en este momento no se ahondará en dicho detalle.

En física, el movimiento en línea recta es muy estudiado porque, además de ser el más sencillo, los conceptos que se revisan son la base para analizar los más complicados, como el circular o el parabólico.

El movimiento rectilíneo puede ser de dos tipos: con velocidad constante, llamado **movimiento rectilíneo uniforme**, y con velocidad que cambia siempre al mismo ritmo, es decir, con aceleración constante, llamado **movimiento rectilíneo uniformemente variado** o **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado**.

9. A partir de lo que has estudiado en esta secuencia y la anterior, construye en tu cuaderno una tabla con las características principales del movimiento rectilíneo uniforme y del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. Tu tabla debe incluir descripciones de la trayectoria, la velocidad y la aceleración en cada caso, y también una gráfica que represente cada movimiento. Al finalizar, compara tu tabla con las de tus compañeros y, con ayuda del profesor, comenten el siguiente texto.

*Velocidad y aceleración* son conceptos que difieren, pues mientras el primero se refiere al **cambio de posición** en el tiempo, el segundo se refiere al **cambio de velocidad** en el tiempo.

10. Revisa tus respuestas de la página 22. ¿Qué contestarías ahora con lo que has visto en la secuencia?

## Gráfica velocidad vs. tiempo

Para el movimiento con aceleración, es interesante observar la gráfica que muestra la velocidad del móvil, pues en ella se puede identificar con sencillez cuándo aumenta o disminuye, e incluso si no cambia. Observa la gráfica de la **figura 2.8** (en la página siguiente), que representa el movimiento de un auto en el tramo recto de una carretera.



### #REFLEXIONA

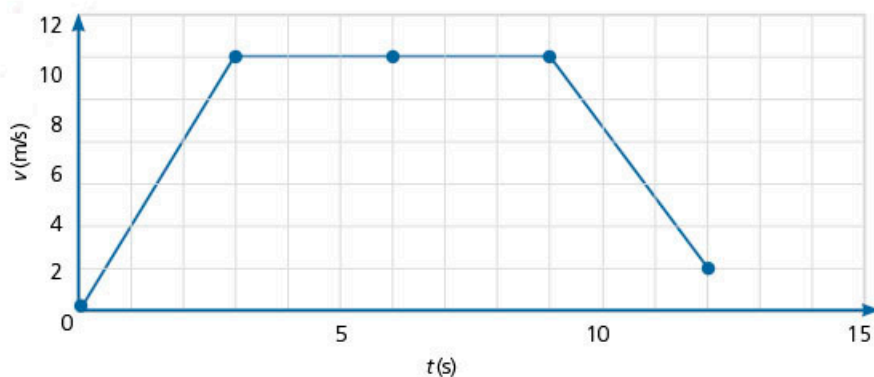
¿Cambia la velocidad de los autos cuando pasan por un tope? Observa el movimiento de los autos al cruzar un tope. Describe qué sucede con su velocidad antes de llegar al tope y después de haberlo pasado. ¿Qué signo debe tener la aceleración en cada caso y por qué?, ¿qué ocurre si los autos no disminuyen su velocidad al acercarse al tope?, ¿cuál es la función de los topes en cuestiones de seguridad?



### #TIC TAC

En la página [redir.mx/SSPCF2-027a](http://redir.mx/SSPCF2-027a) podrás observar la diferencia que existe entre la forma de las gráficas de un movimiento acelerado y uno sin aceleración. Al ingresar, prueba la pestaña Novato y sigue las instrucciones. ¿Qué diferencia hay entre las gráficas de posición-tiempo y de velocidad-tiempo?

**Figura 2.8** Gráfica de un auto que viaja por el tramo recto de una carretera



#### #DATO

La gráfica *velocidad-tiempo* es una recta horizontal para movimientos con velocidad constante, en tanto que para un movimiento acelerado puede ser una línea recta con inclinación creciente si la aceleración es positiva, o decreciente si la aceleración es negativa.

#### #DATO

A todo movimiento con aceleración constante se le llama *movimiento uniformemente acelerado* (MUA).

11. Forma equipo con dos o tres compañeros e intercambia ideas con ellos para resolver la siguiente actividad. Una vez que tengan la descripción que se pide, intercámbienla con otros equipos y determinen si es correcta con ayuda del profesor.

- En la figura 2.8 se muestra la gráfica correspondiente al movimiento en línea recta de un automóvil. Escriban un texto en el cual describan qué sucede con la velocidad en los intervalos mostrados.
- Utilizando la ecuación que aparece en la página 26, calculen la aceleración del móvil en cada intervalo de la gráfica anterior (usen hojas aparte si no les alcanza el espacio provisto).

- En el segundo intervalo, donde la velocidad es constante, ¿cuál es el valor de la aceleración?
- ¿El signo de la aceleración es el mismo para el primer y el tercer intervalo?
- ¿Qué significa que una aceleración sea negativa?

12. Describan con detalle el movimiento de los objetos cuyas gráficas *velocidad vs. tiempo* se muestran en las figuras 2.9, 2.10, 2.11 y 2.12. Calculen también la aceleración para cada intervalo.

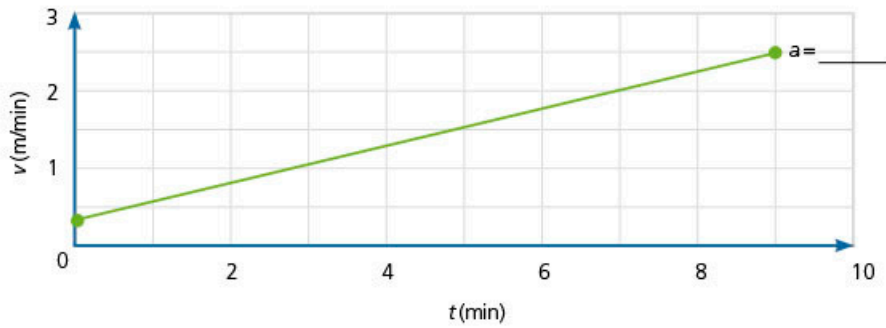


Figura 2.9 Hormiga que camina sobre una barda recta

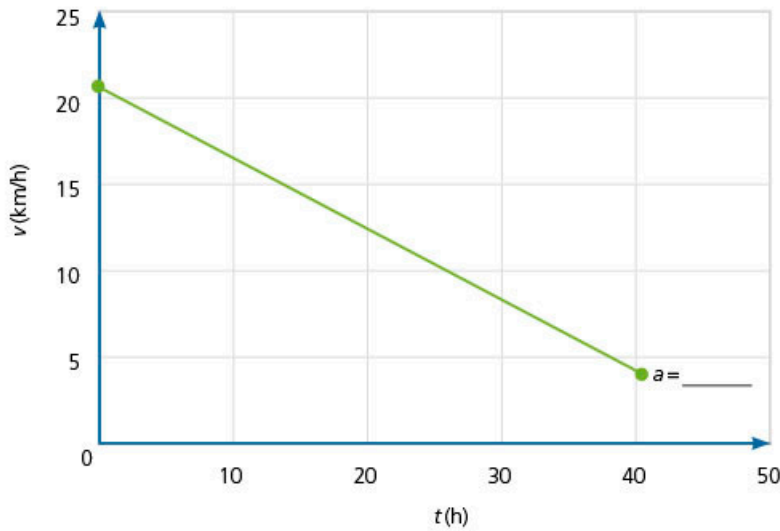


Figura 2.10 Balón que rueda sobre el pasto

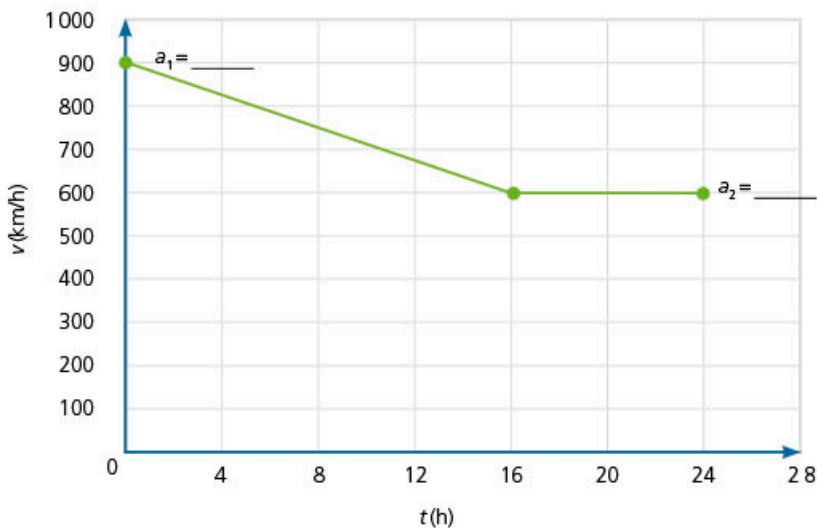


Figura 2.11 Avión que vuela a 1 200 m de altura

**#DATO**

En la Tierra todos los objetos que caen se aceleran igual por acción de la atracción gravitacional. Esta aceleración tiene un valor constante de  $9.81 \frac{m}{s^2}$ . Sin embargo, en varias ocasiones se emplea el valor de  $10 \frac{m}{s^2}$  para facilitar los cálculos. Este valor constante de la aceleración de los objetos en caída libre suele denotarse con la letra  $g$ . Imagina que, desde un edificio muy alto, dejas caer un objeto; este se acelerará a  $10 \frac{m}{s^2}$ . Entonces, al tiempo  $t = 0 s$  el objeto tendrá velocidad de  $0 \frac{m}{s}$ , en  $t = 1 s$  será  $10 \frac{m}{s}$ , en  $t = 2 s$  será de  $20 \frac{m}{s}$ , en  $t = 3 s$  será de  $30 \frac{m}{s}$ , y así sucesivamente. Si analizas los resultados notarás que, si dejas caer un objeto, el valor absoluto de la velocidad después de cualquier tiempo puede calcularse al multiplicar el valor de la gravedad en  $\frac{m}{s^2}$  por el tiempo en  $s$ . Es decir,  $v = gt$ .

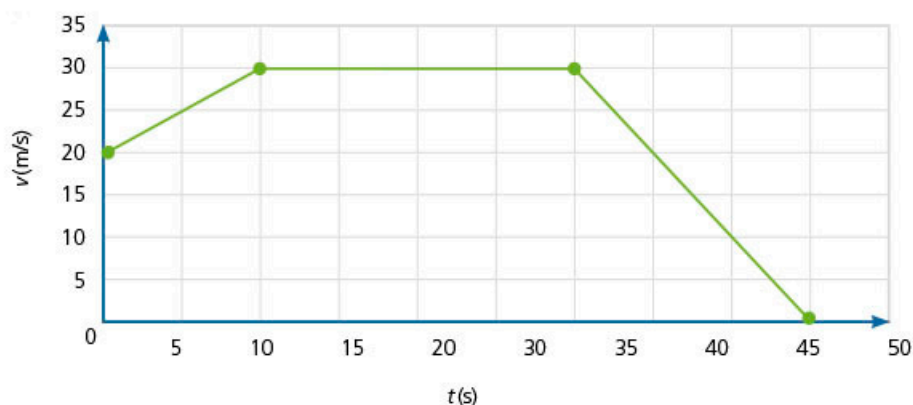


Figura 2.12 Un ciclista en una pista recta

### ¿Y yo... qué siento, la velocidad o la aceleración?

Nosotros obtenemos información del entorno por medio de nuestros sentidos. Con ellos identificamos si los objetos se mueven, a veces porque los vemos (como el ave que pasa por el cielo), porque los escuchamos (como el cambio en el sonido de la sirena de una ambulancia) y en otras porque lo sentimos (como cuando viajamos con los ojos cerrados dentro de un autobús).

#### 13. Analiza las figuras siguientes. ¿No se mueve... o no siento el movimiento?

- Observa las figuras 2.13, 2.14 y 2.15. Muestran el interior de un autobús que se desplaza por una carretera recta.
- Nota los cambios de posición de la persona que va sentada en su interior.



Figura 2.13 Momento 1



Figura 2.14 Momento 2

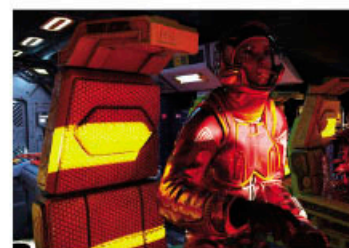


Figura 2.15 Momento 3

- El conductor ve la caseta de peaje y frena; paga y acelera para continuar su viaje; cuando alcanza  $80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  mantiene la velocidad. Anota el número de momento de la figura que representa el momento de la persona en interior del autobús cuando...

- a) está parado en la caseta. \_\_\_\_\_
- b) acelera. \_\_\_\_\_
- c) frena. \_\_\_\_\_
- d) va con velocidad constante. \_\_\_\_\_

Es muy probable que hayas reflexionado acerca de tu experiencia en traslados por autobús. Lo que sucede es que cuando viajas en línea recta puedes sentir la aceleración, es decir, el cambio en la velocidad; pero cuando viajas con velocidad constante no puedes percibir que tu posición cambia, es decir, que te mueves. Esta característica de nuestros sentidos es empleada por los productores de cine que hacen escenas de situaciones que suceden dentro de medios de transporte en movimiento (como aviones, barcos, submarinos o naves espaciales) en escenarios que se encuentran inmóviles en los estudios, y la audiencia no puede precisar si los actores verdaderamente se encuentran en el interior de una nave intergaláctica o si se trata de un escenario excelente, como se aprecia en la **figura 2.16**.

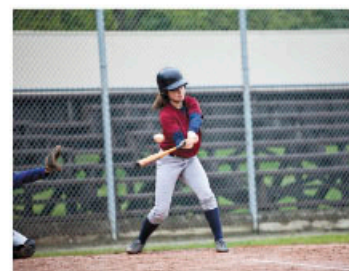


**Figura 2.16** Escenario del interior de la nave Enterprise en la saga Star Trek

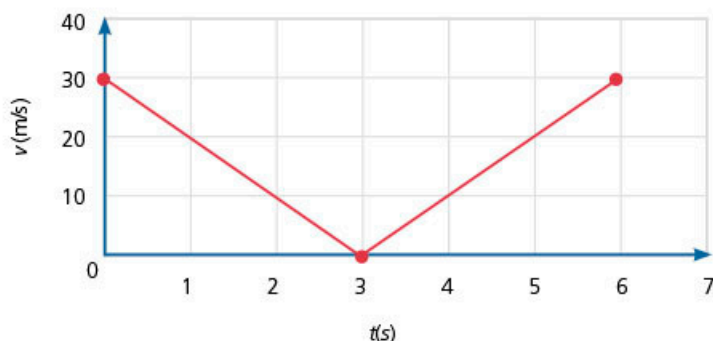
## ➔ MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

### 14. Analiza la siguiente situación y describe el movimiento de la pelota de beisbol.

En el pasado campeonato de beisbol, una chica golpeó la pelota y la lanzó de forma vertical hacia arriba como se muestra en la **figura 2.17**. La gráfica que registra su velocidad se presenta en la **figura 2.18**.



**Figura 2.17** El golpe del bat hizo que la pelota se moviera hacia arriba.



**Figura 2.18** Pelota lanzada verticalmente hacia arriba

- Describe qué sucedió con la velocidad de la pelota.
- ¿Cómo se movió?, ¿por qué?
- Calcula la aceleración en cada intervalo.
- ¿Qué relación tienen los cálculos anteriores con la aceleración de la gravedad o  $g$ ? Considera que  $g = 10 \frac{m}{s^2}$  para facilitar los cálculos.

### 15. Haz la gráfica velocidad-tiempo que corresponda al movimiento del microbús.

Juan va por una avenida recta a una velocidad de  $40 \frac{km}{h}$ . Entonces, observa que un joven que se encuentra media cuadra adelante le hace la parada y frena empleando 1 min para detenerse totalmente. En ese momento se acercan otras personas para subir, y tardan 2 min en esta operación. Ya que los pasajeros han abordado, Juan oprime el acelerador durante 3 min y aumenta la velocidad del microbús hasta llegar a  $50 \frac{km}{h}$ .

- Compara tu gráfica con las de tus compañeros. Si son diferentes, lleguen a un acuerdo y justifiquen cuál consideran que es correcta.



**Eje:** materia, energía e interacciones

**Tema:** fuerzas

**Aprendizaje esperado:**

describe, representa

y experimenta la fuerza como

la interacción entre objetos

y reconoce distintos tipos

de fuerza. Identifica y describe

la presencia de fuerzas en

interacciones cotidianas

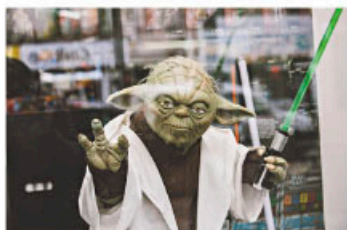
(fricción, flotación, fuerzas

en equilibrio).

#DATO



La guerra de las galaxias es una historia que se trata en más de diez películas de gran presupuesto. En ellas, los caballeros Jedi manejan la fuerza para desplegar habilidades especiales para combatir el lado oscuro.



**Figura 3.1** Yoda, maestro Jedi que guía en el manejo de la fuerza a su aprendiz (padawan)



**Figura 3.2.** En la idea "Rosy tiene mucha fuerza para avanzar en sus estudios", ¿la noción de fuerza es científica?

**Figura 3.3** Dos futbolistas chocan por ganar el balón.

## MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia explorarás algo de la historia del concepto *fuerza* como el resultado de interacciones entre objetos, e identificarás cómo producen o modifican el movimiento. Indagarás acerca del equilibrio y la presencia de fuerzas como la fricción, así como las que intervienen en la flotación de los objetos. Repasa lo que estudiaste en 5° y 6° de primaria sobre la deformación de los cuerpos, máquinas simples como dispositivos que hacen posible convertir una fuerza en otra mayor y la acción de la gravedad en la caída de los cuerpos; esto servirá como base para comprender mejor esta secuencia y la siguiente.

1. Forma equipo con otros compañeros y analiza las ideas siguientes.

### SITUACIÓN A: Idea de "fuerza"

• Escriban, dentro de cada paréntesis, F o C para indicar si la "fuerza" que se menciona corresponde al concepto de fuerza en física o al habla cotidiana, respectivamente.

- ( ) El refrigerador de mi casa aplica fuerza sobre el piso.
- ( ) ¡A fuerza que he de ganar el concurso!
- ( ) Te va mal en tus labores por las fuerzas negativas de tus compañeros.
- ( ) La Tierra ejerce fuerza sobre el Sol.
- ( ) Cuando un futbolista patea una pelota, aplica una fuerza.
- ( ) La fuerza del destino provocó el desencuentro.
- ( ) Que la fuerza te acompañe (figura 3.1).
- ( ) Cuando me recargo en la pared, esta ejerce una fuerza sobre mí.
- ( ) La fuerza es resultado de interacciones.
- ( ) Toño empuja el carro descompuesto con mucha fuerza, pero no se mueve.
- ( ) Rosy tiene mucha fuerza para avanzar en sus estudios (figura 3.2).

2. Respondan, en su cuaderno, las siguientes preguntas.

### SITUACIÓN B: Presencia de fuerzas en todos lados

- a) ¿Qué piensas que es una fuerza?
- b) ¿Dónde se presentan fuerzas en mi entorno? Mencionen tres ejemplos.
- c) ¿Cómo identifican la presencia de una fuerza? Mencionen dos evidencias.
- d) En la figura 3.3 se presenta a dos jugadoras de fútbol que chocan por ganar el balón; ¿quién empuja a quién? Expliquen.



## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

3. En equipo, intercambien ideas para responder las siguientes cuestiones.
- Describan una situación que hayan vivido en la que se encuentre presente una fuerza. Identifiquen si hay un cuerpo que la ejerce y si hay alguno que la recibe.
  - Propongan otras situaciones en las que se encuentren fuerzas presentes. Identifiquen en cada caso qué cuerpo ejerce la fuerza y qué cuerpo la recibe.
  - Describan qué es una fuerza y cómo identifican cuando se presenta.

### Vivimos rodeados de fuerzas

Para comprender nuestro entorno y la forma en que nos relacionamos con él es fundamental entender la idea de *fuerza*. Existen varios tipos de fuerzas, las hay asociadas al movimiento y al reposo, de origen eléctrico, entre los materiales magnéticos, en los cuerpos sumergidos en líquidos, en nuestros zapatos al caminar; incluso nosotros, en más de una ocasión, hemos sido jalados o empujados (figuras 3.4, 3.5 y 3.6).

- Expliquen qué es una fuerza, pero ahora utilizando la idea de *interacción entre objetos*. Contrasten su explicación con la que dieron en el inciso c).

### Presencia de fuerzas

Aunque vivimos rodeados de fuerzas, estas no se pueden ver, tocar u oler. Entonces, ¿cómo es posible saber que hay alguna presente? Podemos inferir la presencia de una fuerza por sus efectos: deforman un cuerpo o cambian su estado de movimiento.

4. Responde con base en las figuras 3.7 y 3.8.
- ¿Cómo cambia la superficie del brincolín después de que se sube el niño?
  - ¿Qué fuerzas intervienen en la deformación de la superficie?
  - Al golpear el balón, ¿la jugadora aplica una fuerza?
  - ¿Qué sucede con la trayectoria del balón después de que es golpeado?

Ahora, hay situaciones en las que no es tan sencillo identificar la presencia de fuerzas; por ejemplo, cuando los cuerpos se deforman o no cambian su estado de movimiento (permanecen en reposo o con velocidad constante). En estos casos, y en general en todos, no es una sola fuerza la que actúa sobre los objetos, sino que son varias, de tal forma que el efecto final es el resultado de la combinación de los efectos de todas las fuerzas.

Para facilitar el estudio, se combinan todas las fuerzas para obtener una sola, que se llama **fuerza resultante** o **fuerza neta**. Aunque esta fuerza en realidad no existe, se le emplea para saber cuál es el efecto de varias fuerzas que actúan de forma simultánea sobre un cuerpo. Curiosamente, en muchos casos la fuerza resultante o fuerza neta es nula (vale cero), y entonces, aunque sobre el cuerpo actúen varias fuerzas, los efectos de unas se equilibran con los de otras.

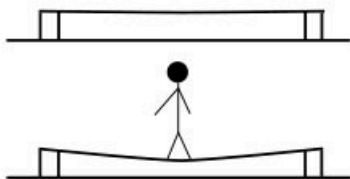


Figura 3.7 Niño que deforma la superficie elástica de un brincolín.



Figura 3.4 Durante los juegos se aplica y se recibe fuerza.



Figura 3.5 Cuando paseamos con nuestra familia aplicamos y recibimos fuerza.



Figura 3.6 Al caminar se aplican y se reciben fuerzas.

### GLOSARIO

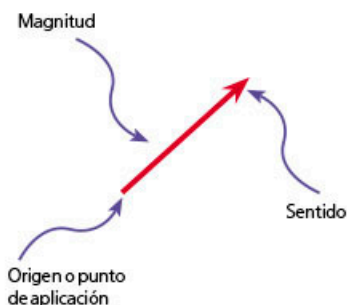
**peso:** fuerza originada por la atracción que ejerce un astro o planeta sobre los cuerpos que se encuentran en sus cercanías; siempre se dirige hacia el centro del astro o planeta que ejerce atracción.

**fuerza resultante o neta:** la fuerza que produce los mismos efectos que un conjunto de fuerzas que actúan de manera simultánea sobre un cuerpo.

Figura 3.8 Cuando la jugadora golpea la pelota, aplica una fuerza sobre esta que no podemos ver, pero que identificamos por el cambio en su estado de movimiento.



**Figura 3.9** Una lámpara que cuelga de un techo es atraída por la tierra, pero al mismo tiempo es detenida por el cable.



**Figura 3.10** Las fuerzas se representan gráficamente por medio de vectores.

Observa la **figura 3.9**, que presenta una lámpara que cuelga del techo y está en reposo. Eso no quiere decir que sobre ella no actúen fuerzas; sucede que el efecto de unas se equilibran con los de otras.

En este caso, la fuerza debida al peso de la lámpara que se dirige hacia el piso es equilibrada por la fuerza que ejerce el cable que la sostiene. Observa que el cable se tensa cuando soporta a la lámpara, ¿es posible que se deforme, se estire, sin que lo percibamos a simple vista?

### 5. Identifica la presencia de fuerzas.

- Toma fotos, busca imágenes en revistas, platica situaciones o elabora dibujos de tu entorno en los que reconozcas la presencia de fuerzas.
- Explica por qué identificas su presencia, y señala como evidencia si hay alguna deformación o un cambio en el estado de movimiento. Incluye situaciones de reposo.

### Representación de fuerzas

Las fuerzas se pueden representar de manera gráfica mediante vectores (**figura 3.10**), que son flechas cuya longitud está asociada con la magnitud de la fuerza y su dirección, y la punta indica el sentido. Esta idea es muy importante porque con ella se analizan muchas situaciones cotidianas en las que intervienen fuerzas.

### 6. Representa fuerzas.

- Imagina que estás sentado en el piso, con la espalda recargada en un muro, como el joven que se muestra en la **figura 3.11**.
- ¿Qué fuerzas intervienen? Trázalas sobre la imagen.



**Figura 3.11** Cuando te sientas en el suelo existen fuerzas, a pesar de que estés quieto.

- Recupera tu experiencia. Discute con tus compañeros qué fuerzas intervienen específicamente en la espalda y los glúteos del joven.

### Interacciones (tercera Ley de Newton)

Los objetos de tu entorno ejercen acción sobre otros: un plato cae porque es atraído hacia la Tierra, una silla se mueve porque es empujada por una persona, un libro permanece sobre una mesa porque lo detiene la cubierta, un tronco flota en un estanque porque es empujado por el agua. Sucede que cuando un objeto ejerce una acción sobre otro, recibe al mismo tiempo una acción del otro objeto. Esta acción mutua se llama **interacción** y su resultado es la presencia de fuerzas entre objetos.

La idea anterior es presentada por Isaac Newton en su **tercera ley**. En ella se explica que cuando dos cuerpos interactúan se presentan dos fuerzas. Cada una se ejerce sobre diferente cuerpo; además, tienen la misma magnitud, pero sentido opuesto.

Cabe mencionar que la unidad en que se expresa la magnitud de una fuerza en el sistema internacional de unidades es el **newton (N)**. Así, de acuerdo con la ley antes

#TIC TAC



Ingresa a la simulación disponible en [redir.mx/SSPCF2-034a](http://redir.mx/SSPCF2-034a) y juega a tirar la cuerda colocando diferentes números de personas en cada extremo. Aquí podrás fortalecer lo que has aprendido de la fuerza neta o resultante.

GLOSARIO



**newton:** unidad de fuerza en el SI.  $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

mencionada, si una fuerza de interacción tiene una magnitud de 20 N, su compañera/pareja también tiene una magnitud de 20 N, pero en sentido opuesto. Con esta idea, las fuerzas que se presentan entre el joven, el piso y el muro de la actividad 5 "Representa fuerzas" pueden representarse como se muestra en la **figura 3.12**.

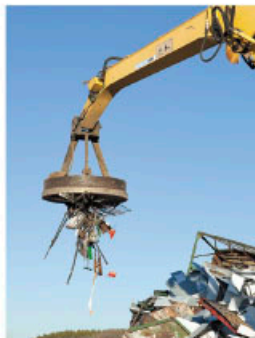


Analicemos la figura anterior. Inicialmente nota que las fuerzas ( $F$ ) se presentan **por pares**; es decir, se representa la interacción (acción mutua) entre dos objetos. Una interacción se refiere a la espalda (E) con el muro (M), otra se refiere al piso (P) con la de los glúteos (G). Los vectores que representan las fuerzas tienen la misma longitud, lo cual implica que su magnitud es la misma. Si  $F_{M/E}$  tiene una magnitud de 56 N, entonces  $F_{E/M}$  también tiene una magnitud de 56 N; sin embargo, la punta de flecha que indica su sentido muestra que este es opuesto. Por último, la nomenclatura empleada señala qué objeto ejerce fuerza y cuál la recibe; por ejemplo,  $F_{E/M}$  quiere decir que se trata de la fuerza que ejerce la espalda (E) sobre el muro (M). Nota que se ha utilizado la línea diagonal ( $/$ ) que se emplea en matemáticas para expresar la palabra *sobre*.

Al representar gráficamente una interacción se identifica con claridad que en ella siempre se presentan dos fuerzas aplicadas sobre cuerpos diferentes y con sentido opuesto. Así, hoy se considera que **las fuerzas son el resultado de interacciones** que puede establecerse entre objetos que se tocan (fuerzas de contacto) o entre objetos alejados (fuerzas a distancia).

### 7. Compara las fuerzas que dibujaste en la figura 3.11 de la actividad anterior con la figura 3.12.

- Describe las semejanzas y las diferencias.
- Si la fuerza que ejercen los codos sobre las rodillas del joven es de 40N, ¿cuál es la magnitud de la fuerza que ejercen las rodillas en los codos? Explica.
- Dibuja las fuerzas que intervienen en las interacciones que se presentan en las **figuras 3.14 y 3.15**.



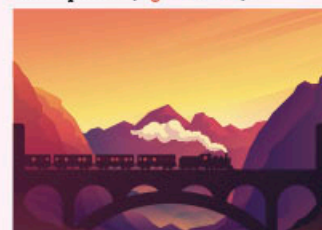
## #EXPERIMENTA

Estira tu mano a la altura de tu hombro con la palma hacia arriba, sobre ella pon una botella con 1 L de agua y percibe la fuerza con que la botella empuja tu mano; esta fuerza vale 10 N.

**Figura 3.12** Pares de fuerzas que resultan de la interacción entre el muro y la espalda de un joven, y entre el piso y sus glúteos.

## #REFLEXIONA

Toda la actividad de construcción es compleja, pues edificar cualquier estructura implica analizar la presencia de fuerzas que no se ven, pero que deben resistir diversos desempeños (**figura 3.13**).



**Figura 3.13** Los puentes deben resistir las fuerzas que aplican vehículos y personas cuando circulan sobre ellos.

**Figura 3.14** Botella que flota en el mar

**Figura 3.15** Electroimán que levanta chatarra

## #ALGUIEN COMO YO



Rodrigo Ruiz González, ingeniero mexicano en robótica industrial, egresado del Instituto Politécnico Nacional, sabe mucho sobre fuerzas. Diseñó un exoesqueleto que permite aumentar notablemente la fuerza que aplican trabajadores en la industria. Para saber más de su trabajo puedes consultar videos con ayuda de un buscador, empleando como palabra de búsqueda "Koteos".

## #DATO



La presentación actual que se hace de la segunda ley de Newton ( $F=ma$ ) fue introducida por MacLaurin, Euler y los hermanos Bernoulli, luego de que lo hiciera Isaac Newton.

## Acción y reacción

Al par de fuerzas que intervienen en las interacciones se les ha llamado, en general, *acción y reacción*. La tercera ley de Newton se enuncia con frecuencia: "A toda acción corresponde una reacción de igual magnitud y diferente sentido". Si bien es una manera breve de enunciar ideas, no describe en su totalidad la situación física que se presenta durante una interacción; por ejemplo, no ayuda a identificar qué cuerpo ejerce fuerza y qué cuerpo la recibe. Además, las palabras acción y reacción hacen pensar que una fuerza se presenta primero (acción) y otra se presenta después (reacción), cuando en realidad ambas inician y concluyen al mismo tiempo.

Por último, el enunciado anterior no especifica que cada fuerza actúa sobre cuerpos diferentes, lo cual tiene una consecuencia importante sobre sus efectos. Esta idea es tan importante que cuando no se le considera hace que pensemos que en nuestro entorno existen fuerzas únicas (y no pares); por supuesto, la única fuerza que pensamos que existe es aquella de la cual percibimos sus efectos.

## El efecto de las interacciones es diferente (segunda ley de Newton)

Isaac Newton empleó la idea de interacción para explicar que, si bien el Sol atrae a la Tierra, también la Tierra atrae al Sol, con fuerzas que son de igual magnitud. Pero si ambos se atraen con la misma fuerza, ¿por qué es la Tierra la que gira en torno al Sol y no la inversa?

La respuesta se encuentra en la segunda ley de Newton. En ella se relaciona a la fuerza que actúa sobre un cuerpo con su masa y aceleración. En especial, la relación cuantitativa entre estas magnitudes se expresa de la siguiente manera.

$$F=ma$$

Es decir, la magnitud de la fuerza se puede estimar al multiplicar la masa de un cuerpo por la magnitud de su aceleración.

### 8. Forma equipo con tus compañeros para analizar los efectos de las interacciones en la vida cotidiana.

Intercambien ideas acerca de las siguientes situaciones y elaboren las respuestas.

a) A Roberto se le ha hecho tarde para llegar a su trabajo. Va caminando de prisa en la calle al mismo tiempo que va revisando los mensajes de su teléfono. Aunque avanza despacio, no se da cuenta de que, de frente, viene un auto y lo golpea (figura 3.16).

- ¿Cuántas fuerzas se presentan durante el golpe?
- ¿Qué objeto(s) ejerce(n) fuerza?
- Dibuja las fuerzas que intervienen. Identificalas con literales que indiquen qué objeto ejerce fuerza sobre qué otro objeto.
- Si el carro aplica sobre Roberto una fuerza de 300 N, ¿Roberto ejerce fuerza sobre el auto?, ¿cuál es su magnitud?
- Después del golpe, Roberto es lanzado algunos metros mientras que el auto casi no se mueve, ¿por qué?

b) Analiza tu entorno e identifica dos interacciones en las cuales el efecto sobre cada uno de los cuerpos que intervienen sea diferente.

c) Describan cada una de ellas.



Figura 3.16 Roberto es golpeado por un auto.

Cabe hacer mención que la situación física que representa la ecuación anterior implica que la aceleración es consecuencia de aplicar fuerza. Lo inverso no sucede: las aceleraciones no originan fuerzas, sino que la masa es una medida de la inercia.

Aunque durante una interacción la magnitud de la fuerza es la misma para los dos objetos que intervienen, sus efectos están relacionados con la masa de cada uno. Los de mayor masa se verán menos afectados que los de menor masa; los más masivos tendrán un cambio de velocidad (o aceleración) menor que los menos masivos. Así, aunque la Tierra atrae al Sol con la misma fuerza que el Sol atrae a la Tierra, la considerable diferencia de masas entre ellos hace que la Tierra se vea más afectada (cambia más su estado de movimiento), y gire en torno al Sol en lugar de que ocurra lo opuesto.

Esta diferencia entre los efectos la observamos a diario con un sinnúmero de interacciones. Cuando alzamos una taza para tomar café, es esta la que se levanta y no nosotros quienes bajamos a ella; cuando pateamos un balón es este el que rueda por el pasto y no nosotros; cuando abrimos un cajón, este viene hacia nosotros y no nosotros hacia él. En todos los casos existe un par de fuerzas que actúa sobre cada uno de los objetos que interactúan, pero aquel que tiene menor masa cambia más su estado de movimiento. Si nos detenemos a pensar en los casos anteriores, en realidad los dos objetos de la interacción cambian su estado de movimiento, pero el de mayor masa lo hace tan poco que no lo percibimos, por eso pensamos que existe solo la fuerza que ejerce el de mayor masa.

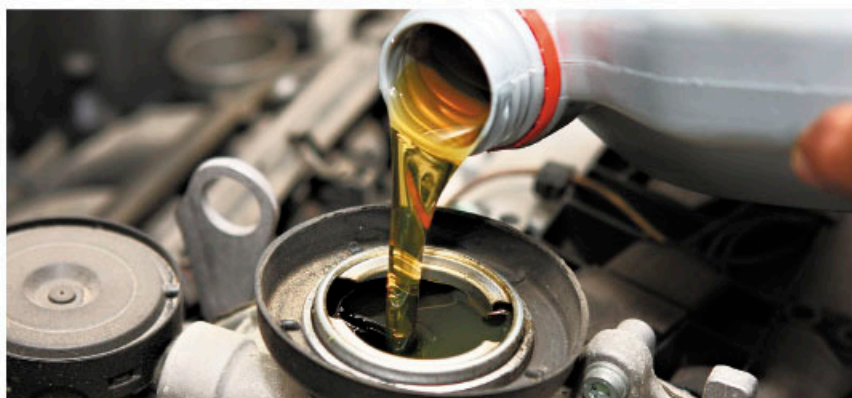
## Fricción: fuerza omnipresente en nuestro entorno

### 9. Con base en las figuras 3.17 y 3.18, explica qué entiendes por "fricción".

Galileo Galilei, agente de ideas importantes para conformar la concepción actual de fuerza, hizo experimentos con bolas de bronce que rodaban por rampas de madera. Atendió principalmente el efecto de las fuerzas asociado con el cambio en el estado de movimiento de los cuerpos; es decir, estudió el cambio en su velocidad. En su trabajo consideró una fuerza de contacto muy importante: la fricción.

La fricción es una fuerza que actúa entre dos cuerpos que se deslizan entre sí. Se asocia con las irregularidades de las superficies y se presenta cuando sólidos, líquidos y gases se mueven entre sí. El efecto de la fricción es oponerse al movimiento relativo entre los objetos. No se puede ver, porque la fricción, como todas las fuerzas, no se ve, solo la percibimos por sus efectos.

A tu alrededor hay situaciones en que es deseable que la fricción esté presente, como en los pisos antiderrapantes que se colocan en los baños y evitan la caída de las personas cuando salen de la ducha; pero hay ocasiones en que no se desea su presencia y se quiere reducir sus efectos, como cuando se aceitan los goznes de las puertas o las cerraduras para facilitar su movimiento.



### #REFLEXIONA

Desde aquí percibimos que la Luna gira en torno a la Tierra porque tiene menor masa. Pero, si pudiéramos observar desde muy lejos a estos dos astros, en realidad se verían como un sistema binario donde uno gira en torno del otro, aunque el cambio de movimiento de la Luna seguiría siendo mayor porque tiene menos masa que la Tierra.



**Figura 3.17** Señal para prevenir cuando hay poca fricción entre nuestros pies y el suelo, y existe riesgo de resbalarse.

**Figura 3.18** Los motores deben lubricarse para reducir la fricción entre sus piezas y prolongar su vida útil.

**Figura 3.19** ¿Qué sucede con la velocidad de la bola cuando rueda por una rampa horizontal?

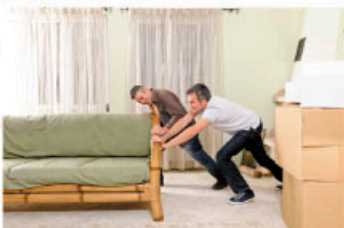


**#REFLEXIONA**

Cuando llueve, el agua entre el asfalto y las llantas de los autos en movimiento disminuye la fricción, por lo cual los autos pueden patinar y tardar más en frenar; por ello, es importante que al manejar un auto bajo la lluvia se disminuya la velocidad, para evitar accidentes. Cuando viajas en auto, tanto tú como el auto se mueven a la misma velocidad. En caso de choque el auto se detendrá, pero tú mantendrás tu estado de movimiento, lo que puede resultar en una lesión fatal. Utilizar el cinturón de seguridad evita que tu cuerpo siga su movimiento y disminuye el riesgo de muerte por accidentes vehiculares. ¡Usa el cinturón de seguridad! (Figura 3.20).



**Figura 3.20** Importancia del uso del cinturón de seguridad



**Figura 3.21** La fuerza neta o resultante es la que determina los efectos sobre un objeto y no solamente la fuerza aplicada.

Galileo procuró reducir la fricción en sus experimentos, pues es una fuerza que se opone al movimiento y, por supuesto, afecta a la velocidad. Observó que, al dejar caer una bola por una rampa, su velocidad aumenta, pero, si la bola se lanza sobre la rampa hacia arriba, su velocidad disminuye. Se preguntó entonces qué sucedería con la velocidad si se tratara de una rampa horizontal (figura 3.19).



Galileo hizo varios experimentos y llegó a la conclusión de que si no hay fuerzas externas que actúen sobre un objeto, este no cambiará su estado de movimiento.

- a) ¿Como interviene la fricción en el ejemplo de las rampas y la pelota?
- b) ¿A qué se refería Galileo al hablar de “fuerzas externas”?

**La fuerza neta es lo que mueve y detiene (primera ley de Newton)**

Años después, Isaac Newton retomó las ideas de Galileo Galilei, las articuló, amplió y estructuró en la llamada *primera ley de Newton* que vincula a la magnitud de la fuerza neta o resultante sobre un cuerpo con su estado de movimiento. En especial señala que, si la magnitud de esta fuerza es nula, el objeto no modifica su estado de movimiento.

Dicho en otras palabras: si un cuerpo se encuentra en reposo (velocidad cero), permanecerá así a menos que reciba una fuerza neta o resultante diferente de cero; o bien, si un cuerpo se encuentra en movimiento con velocidad constante, también permanecerá así a menos que reciba una fuerza neta o resultante diferente de cero.

La primera parte, que se refiere a los objetos en reposo, de alguna manera es evidente para nosotros: si quiero acercar una silla para sentarme, la jalo; si contesto un saque de balón en el partido, le pego al balón; si abro una puerta, la empujo. Nuestra experiencia nos dice que para mover un cuerpo es necesario aplicarle una fuerza.

Sin embargo, esto no siempre sucede. ¿Has tratado de empujar un objeto pesado como un refrigerador, un sillón o un auto? De seguro en más de una ocasión has aplicado fuerza a un objeto como los antes mencionados y ¡no se mueven!

En el caso del refrigerador, del sillón o del auto, además de la fuerza que tú aplicas, también actúa la fuerza de fricción. Y como antes se mencionó, la fuerza neta, resultado de conjuntar todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, es la que determina si estos objetos cambian o no su estado de movimiento. Entonces, como los objetos anteriores no se mueven, la fuerza neta sobre ellos es nula, lo cual implica que la fuerza aplicada se equilibra con la fuerza de fricción (figura 3.21).

Las ideas planteadas en la primera ley de Newton van más allá de lo evidente. Lo cotidiano es que haya fricción y que afecte el movimiento de los objetos de nuestro entorno, solo que en general no la consideramos.

- Al patear una pelota, ¿por qué se detiene después de rodar por el pasto?
- ¿Qué fuerza externa se opone a su movimiento?

Lo mismo sucede cuando dejamos de pedalear una bicicleta. Esta acaba por detenerse debido a la fuerza de fricción que se opone a su movimiento; o cuando empujamos una silla que de manera casi inmediata se detiene por la fuerza de fricción presente entre sus patas y el piso. Observa que la pelota, la bicicleta o la silla no poseen fuerza, ni "se les acaba durante el movimiento" como suelen pensar muchas personas; más bien, se detienen por la fuerza que se opone a su movimiento: la fricción. Debido a la fricción, es complicado observar, en la vida cotidiana, la segunda parte de la primera ley de Newton, la cual señala que los objetos con velocidad constante mantendrán su movimiento a menos que reciban una fuerza neta o resultante diferente de cero.

Uno de los objetos que ejemplifican esta situación es el *hockey* de mesa, juego en donde un disco "flota" sobre una capa de aire y los jugadores lo golpean. En este caso prácticamente no existe fricción entre el disco y la superficie de la mesa (figura. 3.22).



**Figura 3.22** En el hockey de mesa, hay pequeños agujeros que generan un colchón de aire para reducir la fricción entre el disco y la superficie de la mesa.



## EXPERIMENTA

### Curling

El propósito de esta actividad es que reconozcas y apliques fuerzas de diferentes magnitudes durante un juego de mesa en situaciones con fricción diferente.

#### Materiales

- 1 mesa lisa
- 3 cubos de hielo
- 1 plumón de agua
- 1 trapo

#### Predicción

Si pones el cubo de hielo sobre la mesa y le das un pequeño empujón, ¿cómo piensas que se moverá?

¿Lo hará de igual manera si la mesa está mojada? Explica tu respuesta.

#### Desarrollo

1. Traza cerca de un borde ancho de la mesa un círculo de aproximadamente 10 cm de diámetro. Desde el otro borde de la mesa desliza un cubo

de hielo sobre su superficie, intentando hacer que el cubo de hielo quede dentro del círculo que dibujaste.

2. Haz varios lanzamientos para calcular la intensidad con la que debes lanzar el cubo para que llegue al círculo y se detenga.
3. Entre cada lanzamiento seca la mesa con el trapo. Una vez que tengas práctica, toma un cubo de hielo y deslízalo sin soltarlo por toda la superficie para que se derrita y deje una ligera capa de agua.
4. Vuelve a lanzar un cubo de hielo con la superficie de la mesa mojada con la misma fuerza con la que lanzaste los anteriores y observa las diferencias con el lanzamiento cuando la mesa estaba seca.

#### Análisis de resultados

1. ¿Qué necesitas hacer para que el hielo llegue de un extremo de la mesa al círculo que dibujaste?
2. ¿Qué diferencia hay entre los lanzamientos con la superficie seca y con la superficie mojada?
3. ¿Qué detiene al hielo cuando la mesa está seca?
4. ¿Qué efecto se produjo al haber mojado la mesa con el hielo?
5. ¿Qué sucedería con el hielo si el agua que está entre la mesa y este lograra disminuir por completo la fuerza que detiene el hielo?
6. ¿Cuántas y cuáles fuerzas actúan sobre el hielo mientras lo empujas con la mano?
7. ¿Cuántas y cuáles fuerzas actúan sobre el hielo cuando ya lo has soltado y no existe contacto entre tu mano y el hielo?

Con base en el análisis de resultados y utilizando la terminología física, discute con tus compañeros, por qué para este experimento utilizamos un hielo y no un cubo de plástico. Comenten también si se cumplieron sus predicciones iniciales y, de ser el caso, expliquen en qué fallaron.



## #TIC TAC



Con ayuda de un buscador de videos investiga en internet cómo se juega el *curling*. Utiliza como motor de búsqueda la palabra *curling*.

### 10. Juega *curling*.

El *curling* se juega entre dos equipos de cuatro participantes que deslizan piedras de granito sobre hielo (puedes simularlo al deslizar cubos de hielo sobre una mesa). Para jugarlo bien es necesario que comprendas el concepto *fuerza*.

### 11. Revisa tus respuestas a las preguntas de la SITUACIÓN B de la página 32 y, con un compañero, modifica lo que consideren conveniente.

### 12. Palancas y poleas

- Investiga cómo funcionan las palancas (figura 3.23) y las poleas (figura 3.24). Tu profesor te indicará qué tipo de palanca o polea debes investigar.
- Luego de tu investigación, presenta al grupo su funcionamiento; incluye un esquema que muestre las fuerzas de entrada o potencia y de salida o resistencia de estas máquinas simples. Incorpora ejemplos.



Figura 3.23 Palanca de primer grado

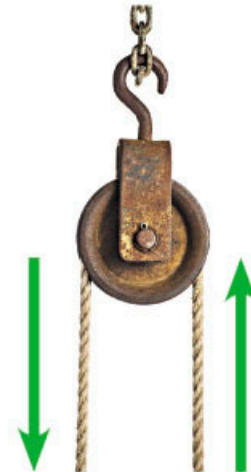


Figura 3.24 Polea simple

## La flotación: un caso interesante para estimar fuerza neta

### 13. Analiza la información y responde.

Si has nadado en una laguna o río, probablemente has usado alguna cámara de llanta para flotar (Figura 3.25).

- a) ¿Por qué no te hundes con la llanta inflada? ¿Qué te mantiene a flote?



Figura 3.25 Al flotar en el agua con una cámara, el agua nos empuja, lo que evita nuestro hundimiento.

b) ¿Qué fuerzas intervienen en la flotación de un barco? (Figura 3.26)

Arquímedes, en el principio que lleva su nombre, señaló que cuando los objetos se sumergen en un fluido reciben una fuerza ascensional a la que llamó **empuje**. Incluso planteó un modelo matemático para calcular su magnitud.

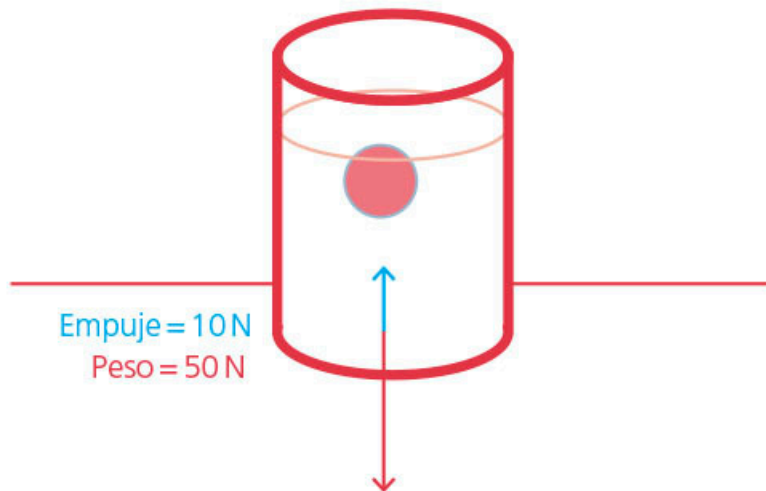
En una anécdota muy conocida se dice que cuando iba a tomar un baño, al ver cómo se desplazaba el volumen de agua cuando sumergía su cuerpo en la tina, tuvo la idea de cómo calcular el empuje. Esto emocionó tanto al sabio que salió rápido de la tina, por supuesto sin ropa, gritando "¡eureka, eureka!", que significa "lo he encontrado".

El efecto del empuje, o fuerza de flotación, que recibe un cuerpo sumergido en un fluido se combina con el efecto de su peso. En la **figura 3.26** se muestra el peso de un cuerpo dentro de un líquido, y también se presenta el empuje. Observa que son dos fuerzas que actúan sobre un mismo cuerpo, no se trata de una interacción. Entonces, dependiendo de sus magnitudes, el cuerpo se hundirá o permanecerá en equilibrio dentro del líquido, total o parcialmente hundido.

El caso más sencillo se presenta cuando el peso es mayor que la fuerza de flotación o empuje: el objeto que se introduce en el líquido se hunde, como cuando lanzas una piedra a un río o a un estanque (**figura 3.27**).

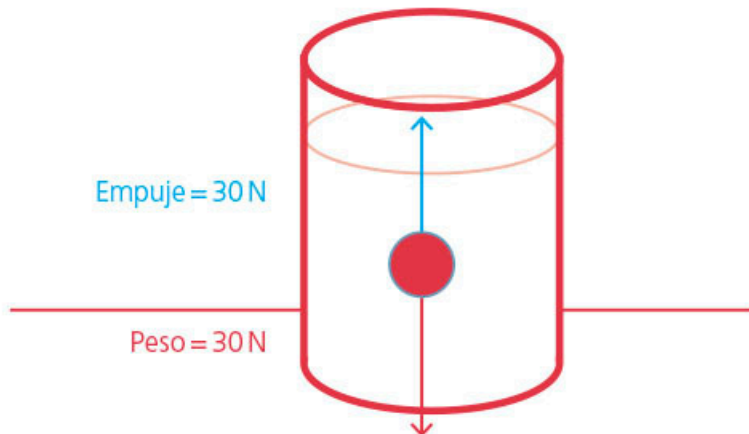


**Figura 3.26** El peso es una fuerza descendente que tiende a hundir los objetos cuando se sumergen, y el empuje es una fuerza ascensional que tiende a hacerlos flotar.



**Figura 3.27** La fuerza neta en este caso es  $50\text{ N} - 10\text{ N} = 40\text{ N}$  y se dirige hacia abajo, por lo que el objeto se hunde.

Otro caso se presenta cuando el peso y la fuerza de flotación o empuje son iguales. En esta situación, el objeto sumergido flota en equilibrio inmerso en el líquido, como lo hacen los submarinos al quedarse quietos a determinada profundidad (**figura 3.28**).



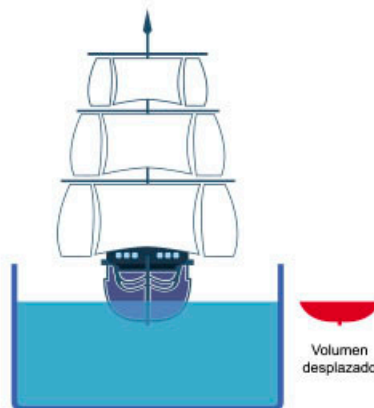
**Figura 3.28** La fuerza neta es nula porque  $30\text{ N} - 30\text{ N} = 0\text{ N}$ , por lo cual el objeto permanece en equilibrio.

## #TIC TAC



Con ayuda de algún buscador indaga en internet lo sucedido al *Titanic*. Emplea "Titanic" como palabra de búsqueda. Presta especial atención cuando se describan situaciones de flotación.

**Figura 3.29** El volumen desplazado corresponde al volumen de la porción sumergida de un objeto.



El caso más interesante se presenta cuando la fuerza de flotación es tal que el objeto sumergido flota, entonces entra en juego el cálculo de la fuerza de flotación o empuje. Aunque no haremos cálculos, es interesante que sepas que la magnitud de esta fuerza está asociada con el volumen del líquido que desplaza el objeto (figura 3.29).

Los especialistas sí los hacen para asegurar que la fuerza de flotación (originada por el volumen desplazado) equilibre el peso, de tal forma que solo permanezca dentro del agua una parte de la embarcación. Las posibilidades de estos cálculos son tan interesantes que se pueden construir barcos de cemento.

### 14. Consigue que flote.

☛ Sumerge un trozo de plastilina en agua. Sácalo y consigue que flote.

a) Explica qué modificaste para lograr que flotara.

b) Dibuja la plastilina cuando se hunde en el agua y cuando flota. En ambos casos representa el peso y la fuerza de flotación o empuje.

## Presión: fuerza distribuida

Con frecuencia la fuerza que un cuerpo ejerce sobre otro no se aplica en un punto en especial, sino sobre toda una superficie. Por ejemplo, cuando empujamos un auto, la fuerza que ejercemos se aplica sobre el área que corresponde a la palma de nuestras manos. La idea de que una fuerza puede estar actuando sobre una superficie abre el camino al concepto *presión*. Esta magnitud es precisamente la relación que existe entre la fuerza aplicada y el área sobre la que actúa. Se estima mediante la relación:

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Área}}$$

Su unidad para el sistema internacional es el Pascal (Pa).

$$\text{Pascal} = \frac{\text{Newton}}{\text{m}^2}$$

Esta idea es muy importante pues todos los objetos sólidos, líquidos o gaseosos pueden ejercer presión. Por ejemplo, es claro que al colocar un ladrillo sobre un cojín, este se sume por la presión que efectúa; en una pecera el agua que contiene ejerce presión en el fondo del recipiente y en sus costados (si se fractura una pared, el agua sale); y en un globo inflado el aire en su interior ejerce presión hacia todas direcciones de acuerdo con su forma.

En secuencias posteriores se profundizará la idea de presión y se utilizará para el desarrollo de otros conceptos.

## ➔ MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

### 15. Resuelve el siguiente problema.

Al llegar a casa, Toño le dijo a su mamá que había cuidado el auto que le prestó (figura 3.30), pero al verlo ella dijo: "¡Claro que aplicaron fuerza sobre mi coche: lo golpearon!". ¿Por qué la mamá puede hacer esta afirmación? Explica cómo se relaciona esto con identificar la presencia de fuerzas.

### 16. Analiza la siguiente situación.

En el torneo de beisbol, Rodolfo bateó un jonrón para el triunfo de su equipo.

- Dibuja sobre la figura 3.31 las fuerzas que intervienen durante esta interacción, e identificalas con una nomenclatura que haga saber qué cuerpo ejerce fuerza sobre qué otro.
- Si en el momento del impacto el bate ejerce una fuerza de 600 N, ¿la pelota ejerce fuerza sobre el bat? Si la respuesta es afirmativa, ¿cuál es su magnitud?, ¿por qué?



Figura 3.30 Detalle del coche de la mamá de Toño



Figura 3.31 Rodolfo conecta un batazo para el jonrón del triunfo.

- ¿Por qué la pelota sale disparada para anotar un jonrón, mientras que el bat permanece en manos de Rodolfo?

### 17. Explica la siguiente situación.

Don Wicho Rodríguez regaló una joya muy ostentosa y pesada a su esposa (figura 3.32). ¿Por qué puede permanecer esta joya en su cuello sin caer?

### 18. Algunas fuerzas son tan importantes en nuestra vida que tienen nombres especiales, como el empuje y la fricción. Explica dos semejanzas y dos diferencias entre estas fuerzas.

### 19. Forma equipo con tus compañeros y revisen sus respuestas de la SITUACIÓN A de la página 32. Corrijan las que sean necesarias.

### 20. Al comentar el contenido de este libro, Laura dijo a Cecilia: "Aquí dice que las fuerzas no se pueden ver, tocar u oler, pero yo digo que ¡se sienten!". Comenta esta afirmación con tus compañeros.

- ¿Están de acuerdo con ella? Expliquen.
- ¿Tendrían que sentir siempre todas las fuerzas para reconocer su presencia?

### 21. Proporciona un ejemplo de presión ejercida por un material sólido, por un líquido y por un gas. Intercambia ejemplos con tus compañeros de equipo.



Figura 3.32 ¿Por qué la joya puede permanecer en el cuello sin caer?

**Eje:** materia, energía e interacciones

**Tema:** energía

**Aprendizaje esperado:** analiza la energía mecánica (cinética y potencial) y describe casos donde se conserva.

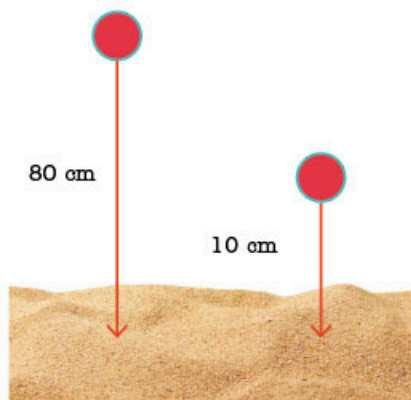
**MIS PRIMERAS IDEAS**

En quinto de primaria estudiaste algunos tipos y fuentes de energía. En esta secuencia podrás explicar la importancia de considerar diversas formas de la energía asociada al movimiento de los cuerpos, en especial la cinética y la potencial. También reconocerás la importancia de la conservación de la energía mecánica.

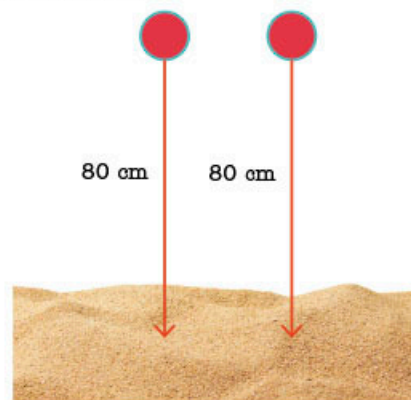
1. **Discute con tu equipo y respondan lo que sigue.**

**Situación A: energía potencial**

a) Dos bolas se dejan caer sobre arena como se muestra en las figuras 4.1 y 4.2. ¿Cuál deja una huella mayor en cada caso?, ¿por qué?



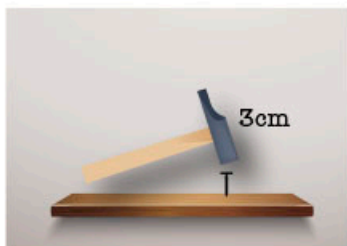
**Figura 4.1.** Dos bolas iguales se dejan caer desde diferente altura.



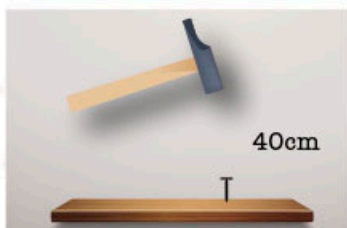
**Figura 4.2** Dos bolas se dejan caer desde la misma altura, pero una de ellas está rellena con balines.

**Situación B: energía cinética**

b) Dos personas sostienen martillos iguales en posiciones diferentes (figuras 4.3 y 4.4). Al dejarlos caer sobre dos clavos iguales, ¿en qué caso consideras que se puede tener éxito para introducir el clavo en la madera?, ¿por qué?



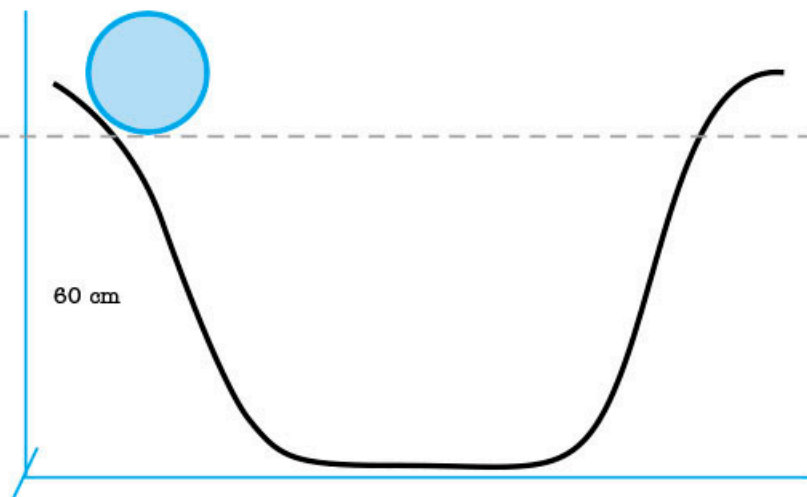
**Figura 4.3** El martillo está a 3 cm del clavo.



**Figura 4.4** El martillo está a 40 cm del clavo.

**Situación C: conservación de la energía mecánica**

c) Un balón se deja caer de una altura de 60 cm por una rampa (como se muestra en la figura 4.5). Cuando suba por el otro lado de la rampa, ¿la altura que alcanzará será menor, mayor o igual a 60 cm? Explica.



**Figura 4.5** El balón rueda rampa abajo. ¿A qué altura llegará del otro lado?

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### Idea de energía

2. En equipo de cuatro personas, investiguen cómo se concibe a la energía en su entorno. Para esta actividad requieren periódicos, revistas o acceso a sitios web. Su propósito es identificar cuál es la idea de energía.

🔴 Cada integrante elegirá dos artículos que contengan la palabra *energía*; deben recabar ocho en total. Después deben leer y analizar los artículos seleccionados.

- a) Elaboren un cuadro con la siguiente información.

Título del artículo	Actividad (tema) en que se ubica: política, economía, salud, astrología, belleza, alimentación, deporte, etcétera	¿Qué se entiende por energía?	¿A qué tipo de energía se refiere?

- b) Elijan los tipos de energía que, a su juicio, se ubican dentro del ámbito científico y hagan una lista de las características de la energía.

c) Elaboren un breve escrito en el que expliquen qué entienden por energía.

🔴 De acuerdo con las instrucciones de su profesor, compartan sus ideas con el resto del grupo.

La noción de *fuerza* en la comprensión del entorno data de algunos siglos antes de nuestra era, mientras que el concepto de *energía* es relativamente moderno. En la primera mitad del siglo xvii, Galileo Galilei ya tenía alguna idea de este, pues escribió acerca de la física de los martillos. Identificó que su peso y la altura de la que caen determinan su efectividad. No fue sino hasta la segunda mitad del siglo xviii, cuando ocurrió la Primera Revolución Industrial, que este concepto se abrió paso en la comunidad científica (figura 4.6). Sin embargo, durante los primeros años de uso del concepto *energía* en las explicaciones de trabajos científicos se empleó de manera indistinta e intercambiable con el concepto de *fuerza*.

Con el estudio de colisiones entre objetos surgió la idea de energía cinética asociada con el movimiento y el trabajo mecánico. La energía potencial se identificó como asociada a la posición de un cuerpo o a sus deformaciones y, finalmente, se reconoció al calor como una forma de energía (que puede ser equivalente al trabajo mecánico). Si el concepto de *fuerza* identifica a la época newtoniana, el de *energía* identifica a la Revolución Industrial y permea hasta la fecha en las actividades humanas.

Con todo, a pesar de que hoy el concepto de *energía* es de gran interés (como ya lo investigaste) es imposible para la ciencia proporcionar una definición breve e incluyente que explique a cabalidad todas sus características. La energía (como la fuerza) no puede observarse, solo percibimos sus efectos. Se sabe que existe cuando produce cambios al transferirse de un *sistema* a otro, o cuando se transforma. Sin embargo, la ausencia de una definición acabada no ha impedido que la idea de energía se emplee en gran medida en muchos ámbitos, y por supuesto, que no sea algo nuevo para ti.

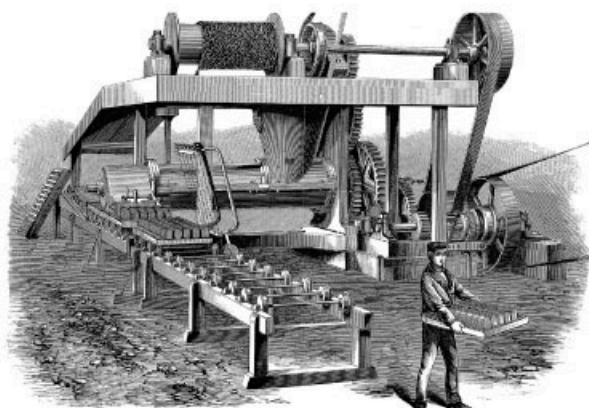


Figura 4.6 La noción de energía surgió durante la Primera Revolución Industrial (segunda mitad del siglo xviii, inicio del xx).

### GLOSARIO

**sistema:** conjunto de componentes que interactúan de manera coordinada entre sí y que, en conjunto, son más que la simple suma de sus partes. Es frecuente que en los trabajos científicos no se estudien solo cuerpos u objetos, sino sistemas, ya que estos, además de considerar los objetos, incluyen sus interrelaciones.

### #TIC TAC

Para conocer las características que hacen particularmente importante a la Revolución Industrial en la historia, la sociedad, la economía y el desarrollo de tecnología, busca en internet el término “revolución industrial”.

## #DATO

**Fuerza y energía** son dos conceptos que en ninguna circunstancia deben entenderse como sinónimos.

## #REFLEXIONA

La energía de los alimentos está almacenada en los enlaces químicos. Cuando la digestión los rompe se libera la energía acumulada y tu cuerpo la usa para mantener la temperatura corporal, continuar funciones vitales de órganos como cerebro, pulmones y corazón, crecer y moverse. Para vivir saludable se requiere una alimentación balanceada y hacer ejercicio con frecuencia. Si tu cuerpo no gasta la energía que consume, la almacena. Esto origina aumento de masa corporal. ¡Cuida tu alimentación y tu salud!

**Figura 4.7** La joven puede transferir energía al balón al darle un golpe para rematar la jugada.

## #DATO

La mayor parte de la energía eléctrica que consumes se obtiene de la energía mecánica de caídas de agua. Estas transformaciones se hacen en centrales hidroeléctricas. Una de las más conocidas en México es la Presa Chicoasén, que se encuentra en Chiapas (figura 4.8).



**Figura 4.8** Presa hidroeléctrica en Chicoasén, Chiapas

El término *energía* se emplea en diversas áreas y con significados que suelen diferir. Sin embargo, a partir del análisis de situaciones sencillas, es posible delinear las características principales del concepto *energía* en ciencia.

## Características de la energía

Quizá hayas preparado alimentos. Imagina que colocas dos sartenes con aceite sobre la estufa y enciendes la hornilla solo de uno. Si alguien viese estos sartenes no podría saber en cuál hay una transferencia de energía. Ahora, si rompes dos huevos y colocas uno en cada sartén, ¿qué efecto se observa en cada sartén?, ¿se verá cómo cambia el de la sartén que ha recibido energía térmica? La energía es una propiedad de cuerpos o sistemas que se manifiesta por medio de transformaciones.

En un partido de volibol, una jugadora coloca suavemente el balón a otra compañera de su equipo que está ubicada en posición de rematar. Ella le da un fuerte golpe y lo pasa al otro lado de la red para hacer un punto. La jugadora transfirió energía al balón para lograr el remate (figura 4.7). **La energía es una propiedad que puede transmitirse o transferirse de un cuerpo o sistema a otro.**



La energía eléctrica que proporciona la Comisión Federal de Electricidad a nuestros hogares se transforma en energía cinética o de movimiento (para mover las aspas de un ventilador o de una licuadora), en energía acústica (en un reproductor de música digital), en energía luminosa (en focos y en televisores) e incluso en energía térmica (en calentadores y planchas). **La energía puede manifestarse de diferentes maneras y pueden convertirse unas formas en otras.**

### 3. Forma equipo con tres o cuatro compañeros y analicen cada situación cotidiana que se presenta a continuación.

- Intercambien ideas para precisar qué aspecto de la energía se manifiesta; puede haber más de uno. Escriban el número de inciso que corresponde.

- a) La energía es una propiedad de cuerpos o sistemas que se manifiesta en transformaciones.
- b) La energía es una propiedad que puede transmitirse o transferirse de un cuerpo o sistema a otro.
- c) La energía puede manifestarse de diferentes maneras o presentar diversas formas que pueden convertirse unas en otras.
  - Se requiere tener una buena alimentación para poder hacer ejercicio en forma adecuada. \_\_\_\_\_
  - La corriente del río hace girar las paletas del molino de maíz. \_\_\_\_\_
  - La energía de las olas puede convertirse en electricidad. \_\_\_\_\_
  - Colocamos un colector solar para calentar el agua del baño. \_\_\_\_\_
  - Quemamos leña en la fogata para hacer palomitas de maíz. \_\_\_\_\_

Entonces se puede decir que la **energía** es una propiedad de cuerpos o sistemas en virtud de la cual se modifica su situación o estado. Se puede transferir a otros cuerpos o sistemas, de manera que origina procesos de cambio en ellos. Puede presentarse en formas diversas, susceptibles de transformarse unas en otras. Y, si la podemos cuantificar, esta información caracteriza al estado en que un cuerpo o sistema se encuentra en ese momento. Cabe mencionar que la energía, a diferencia de la velocidad, no tiene dirección ni sentido.

## Energía mecánica

De las diversas formas de energía, en esta secuencia estudiaremos la energía mecánica, que puede ser de dos tipos: cinética y potencial. La primera se asocia con la velocidad de los objetos y la segunda con su posición relativa. A continuación se les trata con más detalle.

### Energía cinética

#### 4. Reflexiona acerca de las siguientes situaciones y elige qué harías.

- a) Si se acerca hacia ti un tráiler con gran rapidez te apartarías del camino (Figura 4.9); sin embargo, ¿harías lo mismo si en lugar de un tráiler fuera un mosquito?, ¿cuál es la principal diferencia entre un tráiler y un mosquito?
- b) ¿Permanecerías en tu sitio si se te acerca un ciclista pedaleando rápidamente?, ¿y si lo ves parado junto a un árbol?, ¿cuál es la principal diferencia entre las dos bicicletas?

En los casos anteriores, está en juego la energía que poseen el tráiler, el mosquito y el ciclista. La **energía cinética** es una propiedad relacionada con el movimiento de cuerpos o sistemas, en especial con su masa y velocidad. Se puede estimar mediante el modelo.

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

La energía cinética, al igual que todos los tipos de energía, tiene como unidad el **joule** en el Sistema Internacional, que se denota como J, donde  $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m}$ , por lo cual, la masa se debe expresar en kg y la velocidad en  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

Analiza este ejercicio para calcular la energía cinética. Considera que un ciclista viaja con una velocidad de  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ; entonces decide acelerar y aumenta su velocidad a  $8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Si la masa del ciclista es de 70 kg.

$$\text{Al inicio } E_c = \frac{70 \text{ kg} \left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} = 875 \text{ J y al final } E_c = \frac{70 \text{ kg} \left(8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2} = 2240 \text{ J.}$$

#DATO

Las magnitudes que tienen dirección y sentido (como el desplazamiento, la velocidad y la fuerza) reciben el nombre de **magnitudes vectoriales**. Mientras que aquellas que no tienen dirección y sentido, reciben el nombre de **magnitudes escalares** (como la energía).



Figura 4.9 Si te encuentras en el camino de este camión, ¿te quitas?

#DATO

James Prescott Joule (1818-1889), físico inglés, fue precursor de la teoría mecánica del calor. La unidad de energía en el SI recibe su nombre en su honor.



## #ALGUIEN COMO YO



Muchos estudiantes mexicanos han desarrollado dispositivos para generar energía eléctrica a partir de energía mecánica. Para que conozcas el trabajo de algunos de ellos busca en Internet los términos "estudiantes mexicanos generan energía eléctrica".

## #REFLEXIONA



La energía cinética de una persona de 60 kg que viaja a 80 km/h es de 14 815 J. Esta es la misma cantidad de energía que tendría la persona si se encontrara a una altura de 26.7 m. Por lo tanto, si el auto chocara a esta velocidad contra un muro, ¡el impacto que sentiría la persona sería equivalente a caer libremente desde dicha altura!

Esta es una razón más para utilizar el cinturón de seguridad y manejar con responsabilidad.

## #DATO



La energía cinética de una persona con masa de 60 kg que viaja a 80 km/h en el interior de un auto de 1 600 kg es de 14 815 J, mientras que la energía cinética del auto es de 395 062 J; es decir, ¡26 veces mayor que la energía cinética de la persona! ¿Puedes explicar por qué?

## #DATO



Existe otro concepto para estudiar el movimiento de un cuerpo: el **momento**. Se estima con el producto de masa por velocidad, y tiene dirección y sentido. Los ejemplos del tráiler, mosquito y ciclista también pueden ser empleados para tener una idea de momento. ¿Cuál tiene mayor momento?

Muchos de los objetos de tu entorno cambian su velocidad cuando se mueven; en consecuencia, su energía cinética también se modifica. Lo más común es el estudio de cuerpos o sistemas que no modifican su masa: pues el cambio en su energía cinética se debe solamente a la alteración en su velocidad. Sin embargo, existen objetos o sistemas, como los cohetes espaciales, que conforme avanzan van quemando combustible y su masa se va reduciendo. En este caso, el cambio en su energía cinética se debe tanto a la variación de velocidad como a la de masa.

Imagina que un ciclista de 60 kg de masa viaja a  $25 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . En algún momento decide pedalear con más intensidad y, después de algunos segundos, alcanza una velocidad de  $35 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . En estas condiciones, la energía cinética que tiene al principio es de aproximadamente 1 450 J y al final de 2 835 J. Claramente, transfirió energía a la bicicleta con su esfuerzo muscular.

El proceso mediante el cual un objeto o sistema transfiere energía a otro recibe el nombre de **trabajo**. En este caso, como se transfiere energía mecánica, el proceso en cuestión se denomina **trabajo mecánico**. El cálculo de este trabajo mecánico es sencillo, pues corresponde al cambio de la energía cinética:  $2 835 \text{ J} - 1 450 \text{ J} = 1 285 \text{ J}$ . Esta idea expresa que el trabajo es igual a la energía cinética final menos la energía cinética inicial.

$$W = E_f - E_i$$

Nota que la literal para representar al trabajo es  $W$  (del inglés *work*), y sus unidades son joules, al igual que la energía cinética.

### 5. Forma equipo con dos o tres compañeros para analizar la energía cinética de un objeto que frena.

• Respondan las preguntas que se plantean.

a) Un automóvil de 800 kg de masa viaja a  $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  por una calle recta. De repente, el conductor ve que un perro atraviesa la calle y frena hasta una velocidad de  $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ , lo que da tiempo para que el animalito cruce la calle.

Al principio, el automóvil tenía una energía cinética aproximada de 110 000 J, y al final su energía cinética se redujo a 12 400 J.

- ¿Cuánto cambió su energía cinética? ¿Cuánto trabajo realizó para desacelerarlo?
- Intercambien ideas respecto al significado del cambio de signo de la energía cinética y el trabajo.
- Revisa las respuestas que diste a las cuestiones de la situación A planteada en la página 44 al inicio de esta secuencia. ¿Qué cambiarías?, ¿por qué? Elaboren un breve escrito con sus conclusiones.

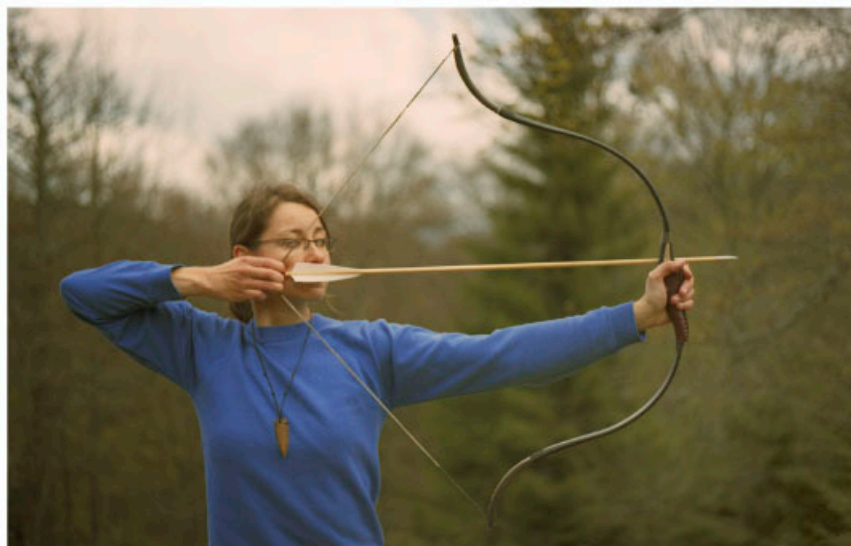
### Energía potencial

¿En alguna ocasión has participado en batallas de lanzar cáscaras de naranja con ayuda de ligas? Si no lo has hecho, puedes imaginarlo... ¿cuál es la función energética de la liga?

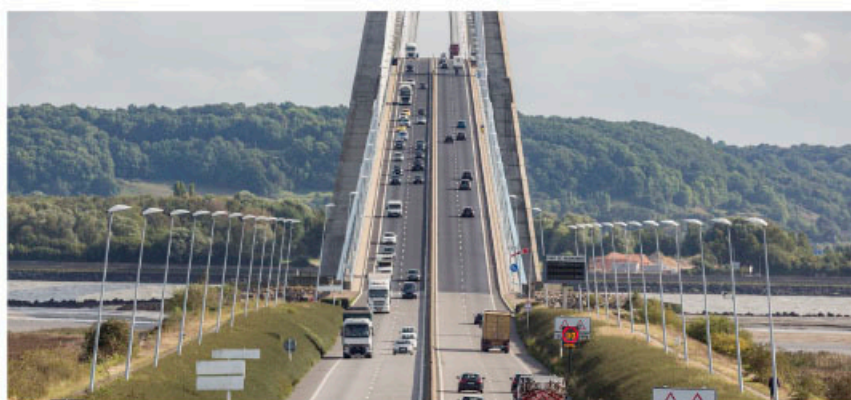
La **energía potencial** es otra forma de energía mecánica. Se asocia con la posición relativa de un objeto o sistema. Puede ser de dos tipos: elástica y gravitacional. La primera se relaciona con deformaciones, como sucede en un resorte o en un trampolín para ejercicio. La segunda forma se relaciona con la fuerza de atracción de un cuerpo hacia otro, como la fuerza con que la Tierra atrae a los objetos cercanos.

La **energía potencial elástica** considera la **elasticidad** de los objetos, que es la propiedad de recuperar su forma original cuando deja de actuar la fuerza que los deformó. Cada objeto, por sus características constitutivas, tiene elasticidad diferente, por ello es posible estimar un valor específico que la represente (constante de elasticidad).

Es claro que la elasticidad de una liga no es igual a la de una cuerda, o la de una gimnasta olímpica comparada con la de un adulto mayor. En la **figura 4.10** se muestra a una joven que sostiene un arco y una flecha. Ella aplica fuerza sobre la cuerda del arco para tensarla (deformarla). En la posición mostrada, la cuerda tiene energía potencial elástica; cuando la libera, transfiere la energía a la flecha. En este proceso no solo se cede energía, sino que se transforma de energía potencial elástica en energía cinética, pues la flecha sale disparada con velocidad.



Por otro lado, la **energía potencial gravitacional** se asocia con la posición de los objetos respecto a un astro o un planeta que los atrae debido a la fuerza gravitacional. El objeto puede estar en diversas ubicaciones en relación con la superficie y tener, en consecuencia, diversos valores en su energía potencial gravitacional. Como todas las formas de energía, no es evidente por sí misma; se manifiesta en las transformaciones que suceden cuando los objetos en estudio cambian su posición relativa.



Por ejemplo, los autos que se encuentran en la parte más alta de un puente (**figura 4.11**) tienen mayor energía potencial gravitacional que los que se encuentran en la parte baja. Esto se debe a que arriba su posición está a una mayor distancia del suelo (más altura). Si se deja rodar libremente un automóvil desde la parte alta, su velocidad aumentará conforme descende. Esta idea sencilla es aplicada por los pequeños que juegan en toboganes: simplemente se dejan caer hasta la parte baja para divertirse al aumentar su velocidad (**figura 4.12**, en la siguiente página).



La palabra **trabajo**, empleada coloquialmente para referirnos al acto de efectuar alguna actividad, difiere del concepto usado en física.

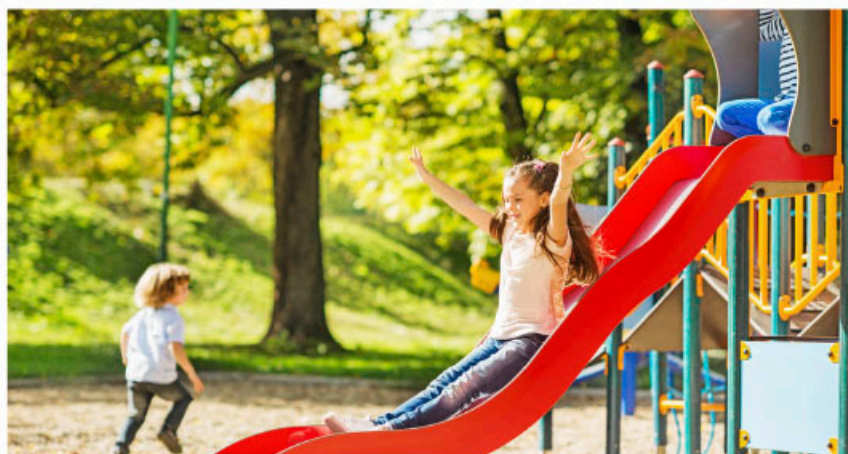
En esta ciencia, **trabajo** no significa cansarse o hacer algo, sino transferir energía de un sistema a otro.

La energía eólica es un ejemplo de energía mecánica, ya que es la asociada con el viento: una masa de aire en movimiento puede ser transformada en energía eléctrica mediante sistemas con aspas que giran por las corrientes de aire y, después, mediante dispositivos eléctricos y electrónicos, se transforma en energía eléctrica.

**Figura 4.10** La cuerda de un arco tiene energía potencial elástica cuando se tensa.

**Figura 4.11** Un automóvil en lo alto de un puente tiene energía potencial gravitacional por su altura.

**Figura 4.12** De manera intuitiva, los niños usan su energía potencial gravitatoria para deslizarse por un tobogán o resbaladilla.



La energía potencial gravitacional se estima mediante el modelo matemático:

$$E_{PG} = mgh,$$

donde  $m$  (masa) se expresa en kilogramos,  $h$  (altura) en metros y  $g$  es la aceleración de la gravedad; con un valor aproximado de  $9.8 \frac{m}{s^2}$  para el SI. Con ello, las unidades que se obtienen para la energía potencial gravitacional corresponden a joules.

Revisa el siguiente ejemplo: calcula la energía potencial gravitacional de un automóvil familiar (masa aproximada de 800 kg) que se encuentra en la parte alta de un puente de 20 m de altura, y baja por el puente hasta una altura de 5 m. Para facilitar los cálculos, redondea a  $10 \frac{m}{s^2}$  el valor de la aceleración de la gravedad. El cálculo es

$$E_{PG} = mgh = 800 \text{ kg} \left(10 \frac{m}{s^2}\right) (20 \text{ m}) = 160\,000 \text{ J}$$

Cuando el automóvil está a 5 m de altura, su energía potencial gravitacional es

$$E_{PG} = mgh = 800 \text{ kg} \left(10 \frac{m}{s^2}\right) (5 \text{ m}) = 40\,000 \text{ J}$$

Igual que la energía cinética, el **trabajo mecánico** (proceso de transferencia o intercambio de energía) corresponde al cambio en la energía potencial gravitacional.

Entonces,  $W = E_{PGf} - E_{PGi}$ . Para el automóvil del ejemplo anterior el trabajo es  $W = 40\,000 \text{ J} - 160\,000 \text{ J} = -120\,000 \text{ J}$ .

Analicemos ahora el número negativo. Para que el automóvil pudiera llegar hasta lo más alto del puente, fue necesario que su motor le suministrara energía durante la subida. La energía química del combustible se convirtió en energía potencial gravitacional. Específicamente, para que el auto pudiera subir desde abajo hasta 20 m de altura, se necesitaron 120 000 J de energía. Al bajar por el puente, el automóvil recupera esos 120 000 J que ahora se convierten en energía cinética, pues aumenta su velocidad. La propiedad de recuperar, en el descenso, la energía que se invirtió para elevar el auto se debe a que el campo gravitacional de la Tierra es conservativo.

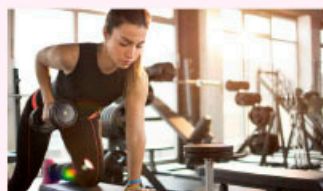
## 6. ¿Cómo se siente ejercer una fuerza de 10 N? Haz la siguiente actividad para saberlo.

- Consigue una botella de 1 L de agua y una cinta métrica.
- Coloca la botella con el litro de agua en el suelo. Recuerda que la masa contenida en 1 L de agua es 1 kg, y que para levantarla necesitas aplicar una fuerza mínima de 10 N.

### #REFLEXIONA



Cuando vas al gimnasio, el trabajo que haces para levantar pesas es energía que les transfieres para que puedan elevarse a cierta altura, por lo tanto, tú efectúas trabajo sobre las pesas y, para ello, requieres de energía que obtienes a partir de la alimentación (figura 4.13).



**Figura 4.13** En el gimnasio, les transfieres energía a las pesas.

c) Toma la botella y levántala a 1 m de altura y percibe este consumo de energía.

En caso de que no lo percibas, puedes hacer varias repeticiones y recordar que empleas en cada una la misma cantidad de energía.

- Con la expresión  $W = F \cdot d$  se estima la energía que empleaste anteriormente:  
 $W = (10\text{N})(1\text{ m}) = 10\text{ J}$ . Es decir, para levantar una masa de 1 kg desde algún lugar hasta 1 m más arriba necesitarás transferir 10 J de energía.
  - Hacer una repetición con esta masa y a esta altura es casi imperceptible, por lo cual se recomienda hacer varias repeticiones. Por cada una estarás utilizando 10 J de energía. Así, una serie de diez repeticiones requiere 100 J de energía. Por esta razón, en los gimnasios las rutinas incluyen varias series de repeticiones.
- ❗ Recuerda esta experiencia cuando hagas cálculos o tengas información sobre cantidades de energía. Su comparación te ayudará a valorar la magnitud de la energía implicada en diversas situaciones.

**7. Forma equipo con tus compañeros, comparen la energía potencial de diversos objetos y reflexionen acerca de la relatividad de su magnitud.**

La figura 4.14 muestra una vivienda de tres plantas. La altura total de la construcción es de 9 m, y cada planta tiene una altura de 3 m.



a) Calculen la energía potencial de los siguientes objetos (usen  $10\text{ m/s}^2$  para la aceleración de la gravedad).

- La tina de 15 kg, respecto al piso de la primera planta.
- El sillón verde de 9 kg, respecto al piso de la primera planta.
- El carro de juguete de 1 kg, respecto al piso de la segunda planta.
- El sillón de sala de 23 kg, respecto al piso de la primera planta.
- La tina de 15 kg, respecto al piso de la segunda planta.
- El sillón verde de 9 kg, respecto al piso de la segunda planta.

b) Intercambien ideas y expliquen si un mismo objeto puede tener diversos valores de energía potencial.

c) Elaboren un breve escrito con sus conclusiones.

❗ Revisen las respuestas que dieron a las cuestiones de la situación B, planteada en la página 44 al inicio de esta secuencia, ¿qué cambiarían?, ¿por qué?

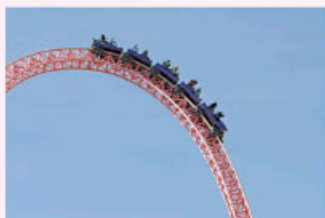
**Figura 4.14** La energía potencial gravitatoria de los objetos en el interior de una vivienda depende desde dónde se mida su altura.



**Figura 4.15** Por mucha fuerza que este atleta emplee para mantener las pesas elevadas, no hace trabajo mecánico. ¿Puedes decir por qué?

#### #DATO

La montaña rusa es un juego mecánico cuyo funcionamiento se basa en la conservación de la energía mecánica. Un motor hace trabajo sobre el carrito con pasajeros hasta llevarlo a una cima muy alta (observa que la más alta en todo el recorrido está siempre al inicio). Al iniciar su descenso, la energía potencial del carrito se transforma poco a poco en cinética. Cuando comienza a subir una nueva rampa, la energía cinética se transforma en potencial y así sucesivamente a lo largo del recorrido. Si no hubiera fricción entre las llantas y los rieles, se mantendría funcionando eternamente; sin embargo, la mayor parte de la energía mecánica se disipa en forma de calor por la fricción. Para elevar el carrito con todo y pasajeros hasta la primera cima es necesario un motor, pero una vez que el carrito inicia el descenso todo lo demás es conservación de la energía (figura 4.16).



**Figura 4.16** En la montaña rusa hay transformaciones de energía mecánica.

## Trabajo mecánico

**8. Analiza las siguientes situaciones y señala en cuáles existe trabajo mecánico. Justifica tus respuestas.**

- Lucía salta veinte veces con su cuerda.
- Mario trabajó hasta tarde para entregar su tarea.
- Andrea ensaya pasos de baile para su presentación.
- Me cuesta mucho trabajo resolver crucigramas.
- Beto hizo diez repeticiones con una pesa de 5 kg para trabajar bíceps.

Como ya se mencionó, la energía no puede verse, solo notamos su presencia por los cambios que se originan durante su transformación o transferencia. La forma de hacer evidente la existencia de energía mecánica es el **trabajo mecánico**, que es el proceso mediante el cual la energía mecánica se transforma o transfiere y, como involucra fuerzas (interacciones entre objetos) y desplazamientos, podemos percibir con claridad su presencia en diversas actividades.

El trabajo mecánico se puede estimar, como ya lo viste (p. 51), mediante el modelo:

$$W = F \cdot d,$$

donde, como ya sabes,  $W$  es el trabajo expresado en joules. Es precisamente con esta relación que se obtiene la definición de joule:  $1 \text{ J} = 1 \text{ N} \times 1 \text{ m}$ . Recuerda que para movimientos en línea recta donde el móvil parte de la referencia para solo alejarse de ella, la distancia recorrida coincide con la magnitud del desplazamiento. Nota que es fundamental que haya desplazamiento para que haya trabajo; sin este, por mucha fuerza que se aplique, no existe trabajo mecánico (figura 4.15).

## Potencia mecánica

**9. ¿Quién piensas que está mejor preparado, un deportista que hace 50 sentadillas en 3 min u otro que hace las mismas sentadillas en 5 min?, ¿por qué?**

Una idea muy importante es el ritmo al que se transforma o se transfiere la energía por medio del trabajo mecánico; es decir, qué tan rápido podemos obtener dicho trabajo. Un deportista que hace cien sentadillas en 2 min tiene un desempeño diferente de quien las hace en 5 min. En este caso, el primer deportista tiene más potencia. La **potencia** se estima mediante la relación

$$p = \frac{\text{trabajo mecánico}}{\text{tiempo}} \quad 1W = \frac{1J}{s}$$

La unidad de potencia para el SI es el watt ( $W$ ) y se obtiene al dividir un joule entre un segundo.

La noción de potencia es relevante, en especial, cuando se trata de dispositivos o máquinas empleadas para obtener algún tipo de provecho en diversas actividades. Por ejemplo, una empresa preferirá comprar una máquina que pone más tapas a sus conservas que aquella que pone menos en la misma unidad de tiempo.

## Conservación de energía

**10. Trabaja como detective. Analiza la situación y responde.**

A altas horas de la noche, unos ladrones de joyas salen rápidamente del sitio en que cometieron un gran robo. Poco tiempo después, la patrulla de la Detective Q les sigue con la descripción que dio un testigo sobre su auto.

Ellos, al sentir la presión, abandonan el carro (con el botín) en el estacionamiento de una agencia de autos de la misma marca de tal forma que no sea posible reconocerlo. Ella, que sabe de física, toca las llantas de los autos...

a) ¿qué espera encontrar?

b) ¿cómo interviene la transformación de energía en este caso?

Durante el siglo XIX, científicos e ingenieros investigaron las transformaciones y las transferencias de energía. Notaron que invariablemente había más energía al inicio de los procesos que al final, y que una parte de la energía parecía perderse o desaparecer. Fueron necesarios estudios minuciosos y gran cantidad de paciencia para que identificaran el destino de esta energía perdida: se convierte en calor, como lo estudiarás más adelante. James Prescott Joule llevó a cabo experimentos que pusieron en evidencia que este calor se genera por la fricción entre objetos en movimiento. Con sus aportaciones quedó claro para la comunidad científica que la energía no se pierde ni desaparece, sino que se transforma en otro tipo de energía, es decir, la energía total se conserva.

Así, parte de la energía que emplea un auto para su movimiento se convierte en calor, que se identifica por el aumento de temperatura de su motor o sus llantas. Entonces al tocar el cofre o un neumático, es posible saber si un auto ha estado o no en movimiento.

La **ley de conservación** señala que la cantidad de energía de un proceso es la misma a su inicio y a su término, pero estará en diferentes formas. Esto implica que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma (si parece que se pierde, solo hay que saber dónde buscarla o en qué tipo de energía se ha transformado).

La pérdida aparente de energía mecánica se debe a su disipación. Esta se origina por fuerzas entre las partes en movimiento que reciben el nombre de **fuerzas disipativas** y cuyo principal exponente es la **fricción**.

Entonces, de acuerdo con la ley de conservación, si se conjuntan todas las formas de energía que se presentan durante un proceso y se suma su magnitud, la cantidad obtenida no cambia o permanece constante. Si se estudia el proceso en diferentes momentos, las formas pueden ser diversas, sin embargo, al reunir las, la suma total de ellas no cambia.

La ley de conservación, considerada en específico para la energía mecánica, se expresa matemáticamente por el modelo

$$E_{MT} = E_c + E_p + E_{d\text{isipada}} = \text{constante}$$

Este modelo ocurre a nivel macroscópico, es decir de lo que perciben nuestros sentidos. Cuando un clavadista se lanza desde un trampolín, la suma de su energía potencial, cinética y disipada por la fricción siempre será la misma. Así, si en la parte superior tiene una cierta energía total, en las partes media e inferior de su salto su energía total tendrá el mismo valor, solo que ahora aparecerá en formas diferentes (figura 4.17).

Para que tengas una idea de lo que sucede con las transformaciones de energía en términos numéricos, revisa la figura 4.18. En ella se muestra un objeto que cae libremente desde cierta altura y cuyo movimiento se estudia en cuatro momentos: A, B, C y D. También se presenta la magnitud de su energía cinética y potencial para cada momento. Se considera que no hay fricción, es decir, **no se disipa energía**.

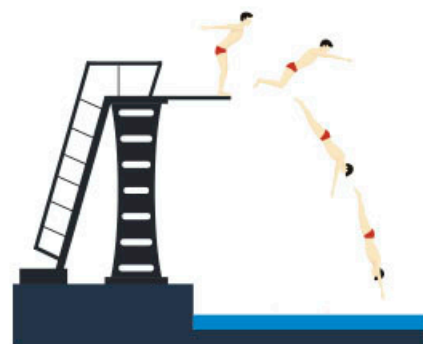
**11. Resuelve las siguientes cuestiones. El propósito de esta actividad es que apliques ideas de conservación de energía a un caso específico.**

a) Nota que la energía cinética aumenta mientras que la potencial disminuye. Esto se debe a que, al caer, la velocidad aumenta y la altura se reduce.



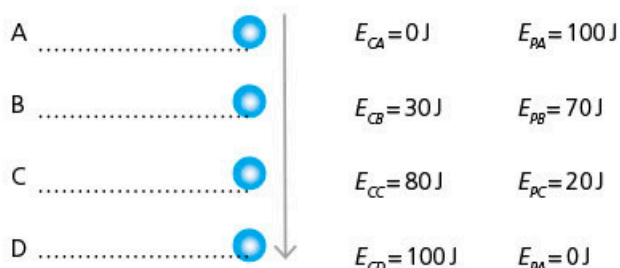
#REFLEXIONA

Aunque la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma, existen tipos de energía que no se pueden volver a utilizar. Por esto, es importante disponer de las energías utilizables de forma responsable. Por ejemplo, en la montaña rusa, una parte de la energía proporcionada por el motor es empleada durante el recorrido y otra parte aumenta la temperatura de las llantas del carrito y de los rieles. Esta energía disipada en forma de calor ya no se puede reutilizar.



**Figura 4.17** La energía mecánica total de un clavadista permanece constante durante todo su salto.

**Figura 4.18** Energía cinética y potencial en cuatro momentos de un objeto que cae.



### #ALGUIEN COMO YO



A los 16 años, Logan construyó una montaña rusa de 2.5 m de altura en el patio de su casa aprovechando sus clases de carpintería y conocimientos básicos de física. Puedes ver su diseño en la página

[redir.mx/SSPCF2-054a](http://redir.mx/SSPCF2-054a).

¡Tú también puedes construir una montaña rusa a escala!

¡Basta con un poco de imaginación!

- Calcula la energía mecánica total en cada momento sumando la energía cinética y la potencial. Recuerda que, como no hay disipación, solo estas dos conforman la energía mecánica total. En todos los casos la suma es 100 J, es decir, esta magnitud es constante.
- Entre el momento A y B el objeto ha "ganado" 30 J de energía cinética, pero ha perdido 30 J de energía potencial. La "ganancia" de energía cinética corresponde a la "pérdida" de la potencial. Si bien explicamos los cambios como ganancias y pérdidas, de acuerdo con la ley de conservación, lo que ha sucedido es que la energía potencial se ha transformado en energía cinética.
- Con la guía del profesor haz el análisis anterior entre los momentos B y C, C y D, y A y D.

La reducción en la capacidad de la energía para transformarse por medio de procesos de trabajo útiles se denomina **degradación**. Con esta idea, los ingenieros procuran elegir formas de energía y secuencias que reporten el mayor número de transformaciones útiles. Cabe mencionar que muchos autores definen *energía* como la capacidad de un cuerpo para efectuar un trabajo. Esta es una aproximación útil, pero no considera que hay energía que no tiene capacidad para hacer trabajo; es decir, la que se disipa o no está disponible por estar muy degradada.

Si bien la ley de conservación de la energía se propone a partir de análisis mecánicos, su importancia y potencial real residen en que no es exclusiva de este ámbito. Sus señalamientos se aplican a todas las áreas de la física, incluso de las otras ciencias naturales.

### 12. Analiza la figura 4.19, que muestra un ciclista que desciende por una colina rocosa.

- Emplea las ideas de conservación de energía para estimar los valores que faltan en cada recuadro de información.
- Considera que para este descenso, la fricción entre las llantas y la vereda fue importante, pues aumentaron considerablemente su temperatura; esto significa que hay energía disipada.
- Revisa las respuestas que diste en la situación B planteada en la página 44 al inicio de esta secuencia, ¿qué cambiarías?, ¿por qué?

**Figura 4.19** Ciclista que baja por una montaña





#TIC TAC

## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

13. Compara los conceptos *fuerza*, *energía* y *trabajo mecánico*. Intercambia ideas con tus compañeros y registren sus ideas en una tabla como la mostrada.

	Semejanzas	Diferencias
Fuerza y energía		
Trabajo mecánico y fuerza		
Energía y trabajo mecánico		

14. En la figura 4.20 se muestran dibujos de varios juegos infantiles.
- Identifica en qué juegos hay energía cinética, energía potencial elástica, energía potencial gravitatoria y energía disipada (por fricción).
  - Describe dos transferencias o transformaciones de energía.



Figura 4.20 Transformaciones y transferencias de energía en juegos infantiles

15. En equipo, analicen la siguiente situación y escriban la respuesta en su cuaderno.

Un cuerpo A se deja caer sobre el tope de un mecanismo (figura 4.21). Cuando el tope baja, el mecanismo hace que de un costado salga otro tope el cual aplica fuerza sobre un pequeño carro que parte del reposo, es decir,  $v = 0$ , y sale disparado con cierta velocidad.

- Expliquen este proceso con ideas de transferencia y transformación de energía mecánica (cinética y potencial), y trabajo mecánico.

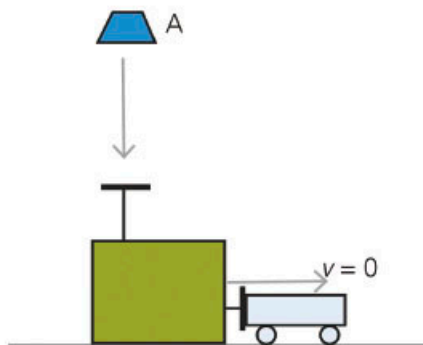


Figura 4.21 Mecanismo que transforma energía

En varios videojuegos es importante que los programadores incluyan principios y modelos físicos; por ejemplo, en Minecraft, uno de los retos es diseñar montañas rusas usando potenciadores y diferentes materiales; aquí se retoman muchos conceptos de la física para programarlo, como *velocidad*, *aceleración*, *gravedad*, *energía* y *calor*. En Minecraft podrás distinguir los potenciadores porque son segmentos de las vías en color rojo y desempeñan la función del motor en las montañas rusas reales. Con ayuda de un buscador puedes encontrar ejemplos de montañas rusas construidas en el mundo de Minecraft.



#FUENTE

Consulta la página electrónica de un parque de diversiones. Busca las explicaciones de las características de algunos juegos mecánicos y de los conceptos físicos involucrados en su funcionamiento.

Por ejemplo, en una montaña rusa, el carrito sube a una altura de 65 m y durante el descenso se alcanza una velocidad cercana a los 120 km/h (figura 4.22). ¿Qué conceptos físicos utilizarías para explicar el funcionamiento de este juego?



Figura 4.22 Cima más alta de un parque de diversiones en México



**RHEje:** materia, energía e interacciones  
**Tema:** propiedades  
**Aprendizaje esperado:** describe las características del modelo de partículas y comprende su relevancia para representar la estructura de la materia. Explica los estados y los cambios de estado de agregación de la materia con base en el modelo de partículas.

➔ **MIS PRIMERAS IDEAS**

En esta secuencia identificarás al modelo de partículas como una representación de la estructura de la materia muy útil para explicar los estados de agregación y sus cambios, todo ello a la luz del proceso histórico que llevó a la construcción de este modelo.

En primaria ya estudiaste los estados de agregación e hiciste actividades relacionadas con el calor y la temperatura. Ahora en secundaria, desarrollarás un modelo que permite explicar estos estados de agregación y sus cambios.

1. **Lee las siguientes preguntas, reflexiona y responde.**

- Si es posible, consulten sus libros de quinto y sexto de primaria, donde estudiaron los cambios de estado, mezclas y disoluciones.

**Situación A: estructura de la materia**

- a) ¿Cómo se forman las nubes y de qué están hechas?, ¿cómo te imaginas el interior de una nube? Haz un dibujo.

**Situación B: estados de agregación y cambios de estado**

- b) Si pones en la estufa un poco de agua a calentar y se te olvida, puedes encontrar el utensilio quemado o con un poquito de agua en el fondo de este. ¿Qué sucedió con el resto?, ¿hervir es igual a desaparecer?
- c) El hielo, el chocolate y la mantequilla se derriten si los dejas un rato al sol. ¿Cómo explicas este fenómeno? (figura 5.1).

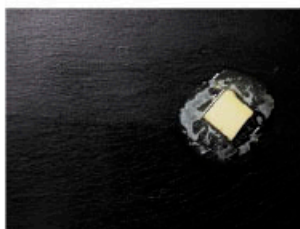


Figura 5.1 ¿Cómo explicas estos fenómenos?

- d) Puedes percibir el olor de la comida aun antes de llegar a la cocina y verla (figura 5.2). ¿Cómo explicas este fenómeno?



Figura 5.3 En la taza se puede ver la zona donde se mezclan los dos líquidos.



Figura 5.2 Puedes percibir el olor de la comida sin probarla.

- e) Cuando te preparas un café con leche en un vaso transparente puedes notar cómo los dos líquidos se mezclan (figura 5.3). Si añades azúcar, solamente percibes el sabor de esta. ¿Cómo explicas que unas sustancias se mezclen y otras se disuelvan?
- Reúnete con tus compañeros en equipos pequeños para discutir las respuestas.

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### La materia es discontinua, está constituida por pequeñas partículas

Todas las ciencias, en particular la física, construyen modelos científicos que permiten describir, explicar y predecir el comportamiento de fenómenos naturales y comunicar ideas. Un modelo es una representación simplificada de la realidad. A partir de un modelo podemos hacernos preguntas y planear experimentos para comprobar si funciona. Estos no son definitivos y han ido cambiando a lo largo de la historia. Tú también construyes modelos cuando tratas de explicar el comportamiento de las cosas. Tus modelos iniciales pueden no coincidir con los modelos científicos actuales, los cuales han evolucionado o cambiado radicalmente a lo largo del tiempo; los tuyos también pueden cambiar según los datos y las experiencias referidas al fenómeno que se estudie.

La siguiente actividad te ayudará a comprender ideas acerca de la estructura de la materia que irás desarrollando a lo largo de la secuencia.

#### 2. En equipos de tres o cuatro integrantes hagan lo que se pide.

1. Consigan un plato con frijoles crudos u otra semilla, observen de cerca cómo se acomodan y si hay espacios entre ellos (figura 5.4).
  - a) Coloquen el plato a unos metros y vuelvan a observar, ¿qué diferencias notan? Si ahora ponen los platos a gran distancia de ustedes ¿qué ven?, ¿aún es posible distinguir los espacios entre las semillas?
  - b) Hagan un dibujo de lo que observan en los tres casos. ¿Se perciben de la misma manera las semillas en todos los casos? Describan si se ven igual de claras o nítidas.
  - c) ¿Afecta el tamaño de las semillas en las observaciones? (figura 5.5).
  - d) Comprueba tu respuesta del inciso c) repitiendo las observaciones anteriores, pero ahora con azúcar o sal en vez de semillas.

### ¿De qué están hechas las cosas?

La actividad anterior nos permite imaginar cómo está constituida la materia en sus componentes más pequeños. Pudieron ver cómo el aspecto continuo (ininterrumpido) de algo que estamos viendo a la distancia, no tiene por qué responder a su estructura interna. A lo largo de la historia se ha explicado la constitución de la materia con dos modelos: el que afirma que la materia es un continuo y otro que la considera constituida por partículas pequeñas. De hecho, nos cuesta mucho trabajo imaginar la materia como un discontinuo, ya que nuestros sentidos nos proporcionan una percepción macroscópica de la misma. En el ejercicio anterior el azúcar se percibía más como si fuera un continuo que el conjunto de frijoles, ya que los granos son mucho más pequeños. Imagina que los granos de azúcar se hacen más pequeños, ¿cómo los verías?

El modelo de la materia aceptado actualmente es el corpuscular-microscópico en el que la materia está formada por partículas sumamente pequeñas, con espacios vacíos entre ellas. La idea de que la materia está hecha por partículas pequeñas se utilizará a continuación para estudiar los estados de agregación. De esta manera continuaremos con la construcción de lo que en física y química se llama *modelo de partículas* o *modelo cinético molecular*.



#### GLOSARIO

**partícula:** objeto muy pequeño al que se le pueden atribuir propiedades físicas y químicas.



Figura 5.4 Plato con semillas



Figura 5.5 Costales con semillas de diferentes tamaños

## #TIC TAC



Consulta la siguiente página para ver los comportamientos de sólidos, líquidos y gases.  
[redir.mx/SSPCF2-058a](http://redir.mx/SSPCF2-058a)

## #DATO



Además de los estados de agregación sólido, líquido y gaseoso, existe el plasma, que es un gas ionizado que se produce a temperaturas extremadamente elevadas. Las estrellas están hechas de plasma, y podemos encontrarlo también en nuestro entorno, como el fuego (figura 5.6).

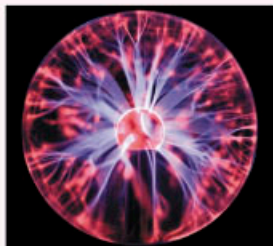


Figura 5.6 Lámpara de plasma

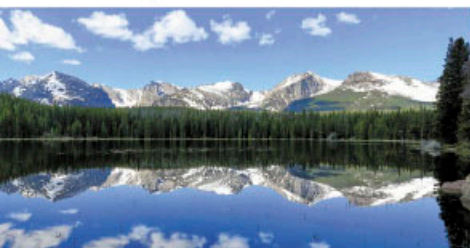


Figura 5.7 Agua en sus tres estados: sólido en la nieve, líquido en el río y gas en las nubes.

## Estados de agregación de la materia

### 3. ¿Cuáles son los estados de agregación de la materia que conoces?

- Haz un dibujo en tu cuaderno que represente cada uno de ellos.
- Recuerda las características que tiene cada estado de la materia. Puedes recurrir a libros de Ciencias Naturales de primaria.
- Intercambia ideas con el grupo siguiendo las indicaciones del profesor.

Los estados de agregación de la materia que has estudiado son sólido, líquido y gaseoso. Existe un cuarto estado de la materia que es el plasma (figura 5.6), este no lo estudiaste en primaria y tampoco puede ser explicado con el modelo cinético de las partículas que estamos desarrollando.

Hay sustancias que a temperatura ambiente son líquidas, como el agua, pero que pueden cambiar de estado si se modifica su temperatura. Otras sustancias, como el oxígeno o el cloro, son gaseosas a temperatura ambiente y se requiere modificar de manera extrema la temperatura para que pasen del estado gaseoso al líquido. En la superficie de la tierra, el agua existe en los tres estados: vapor de agua en la atmósfera, agua líquida en mar, ríos, lagos, y agua sólida (hielo) en los glaciares y en la nieve (figura 5.7). Una de las propiedades más evidentes de la materia es que puede existir en los diferentes estados de agregación.

El afirmar que la materia está formada por partículas no es suficiente para explicar los estados de agregación. ¿Qué otras propiedades deben tener estas partículas para poder explicarlos?

### 4. ¿Qué es más fácil comprimir: un gas, un líquido o un sólido?

- Explica cuál de los tres se puede comprimir con más facilidad y discútelos con tus compañeros. Escribe una hipótesis en tu cuaderno.
- En equipo, diseñen un experimento para probar su hipótesis. ¿Qué variable medirán?
  - a) Una sugerencia para hacer el experimento es utilizar una jeringa de 5 mL o 10 mL sin aguja, para ponerle sucesivamente un gas, un líquido y un sólido. Discutan si es adecuada para las variables que van a medir.
  - b) Hagan el experimento con una jeringa o con lo que consideren adecuado para ver cambios en la compresibilidad.
  - c) Tomen los datos que crean pertinentes para probar sus supuestos.
  - d) Analicen si con esos datos es posible responder la pregunta inicial y la hipótesis elaborada.
  - e) Si consideran que los datos no son adecuados, vuelvan a diseñar y llevar a cabo el experimento.
- Escriban, en su cuaderno, la diferencia de compresibilidad entre el aire, el líquido y el sólido. ¿Cómo explicarías este fenómeno utilizando el modelo de partículas?
- Comuniquen al grupo sus resultados y las explicaciones que elaboraron a partir del modelo cinético. Utilicen carteles o presentaciones digitales.

Para explicar la diferencia en la compresibilidad de la materia en los tres estados que se pueden explicar con el modelo cinético, se introduce la idea de orden o desorden de las partículas. Si estas están muy ordenadas y con muy poco movimiento se dice que el estado es sólido; en cambio, si tienen la posibilidad de moverse libremente, se encuentran en estado gaseoso.

La siguiente analogía te ayudará a comprender mejor el modelo que estamos construyendo y a visualizar los tres estados de la materia, utilizando el modelo cinético de las partículas.

## Actúo como partícula

### 5. Imagina tu salón como un recipiente y a cada uno de ustedes, los estudiantes, como una partícula.

a) Sin levantarse de la banca, ¿qué tanto se pueden mover?

Esta situación es similar a las partículas en un sólido. En general el volumen de un sólido es menor que el de la misma sustancia en los otros dos estados que estamos considerando.

b) Si se ponen de pie y empiezan caminar entre las bancas y entre ustedes, ¿están igual de ordenados que cuando estaban sentados?, ¿cambió su velocidad?, ¿el espacio que ocupan al estar caminando es menor, mayor o igual al que ocupaban sentados?

Su comportamiento se asemeja a un líquido, sin un orden definido, ocupan mayor espacio en el salón.

c) Intenten correr en línea recta a lo largo del salón, de pared a pared.

Este movimiento se puede asemejar a un gas, su velocidad aumentó, tal vez haya habido choques entre ustedes, aumenta el desorden y requerirían mayor espacio para moverse.

d) A partir de esta actividad, elabora una tabla en la que especifiques qué cambió en las partículas en los distintos estados de agregación y qué no se modificó.

De acuerdo con el modelo cinético de las partículas, ellas están en movimiento constante en los tres estados de la materia. En los sólidos, el movimiento está restringido a rotación y vibración, permaneciendo las partículas en sus posiciones respectivas. Los sólidos tienen volumen y forma definidas, sus partículas están muy próximas unas a otras, en posiciones bien establecidas; en muchos sólidos las partículas están ordenadas: vibran, pero no pueden moverse libremente.

En los líquidos existe desplazamiento de las partículas; sin embargo, están muy cerca unas de otras. Las partículas en los líquidos tienen menos movilidad que en los gases, pero más que en los sólidos. Los líquidos tienen un volumen fijo, aunque adoptan la forma del recipiente, las partículas están más separadas y desordenadas que en los sólidos, pero menos que en los gases. Por ejemplo, si llenas una botella a la mitad con agua y la colocas en distintas posiciones podrás observar que el líquido se mueve hacia la parte más baja del recipiente y así logras servirla fácilmente en un vaso (figura 5.8).

En los gases las partículas están muy separadas, las distancias entre ellas son grandes, se mueven rápida y libremente, están desordenadas y ocupan todo el volumen del recipiente.



#DATO

En física se le llama *fluido* tanto a los líquidos como a los gases dada la propiedad que tienen de fluir.

Figura 5.8 El agua fluye fácilmente hacia el vaso.

## Estados de agregación

El propósito de esta actividad es que manipules sustancias con diferente estado de agregación para que reconozcas algunas de sus características.

### Materiales

- 3 globos largos
- 200 mL de agua

### Predicción

¿A cuál de los tres globos podrás cambiarle de forma?, ¿a cuál se le puede cambiar el volumen?, ¿por qué?

### Desarrollo

1. **Infla un globo, llena dos con agua y congela uno de ellos.**

### Análisis de resultados

1. Trata de modificar la forma de los globos y compara tus resultados con la respuesta anterior.
2. Trata de cambiar el volumen de los globos y compara tus resultados con la respuesta anterior.
3. Desata el nudo o córtalo con unas tijeras, ¿cuál de los tres estados fluye al cortar el globo?
4. Emplea el modelo cinético para explicar los diversos comportamientos de los globos.

Si consideras la analogía del salón de clases, en los tres estados se mantuvo el número de estudiantes, que equivale al número de partículas y masa, no se modificó su forma, solo su estado de movimiento. La analogía funciona para visualizar que entre las partículas no hay nada, solo vacío. Hay que tener en cuenta que, para formar un sólido, un líquido o un gas se requiere una gran cantidad de partículas. Estas grandes cantidades de partículas tienen propiedades distintas a una sola; por ejemplo, una partícula de agua no es transparente, suave y líquida, y una de oro no es dorada y dura. Sin embargo, no siempre se ha pensado de esta manera. Para Demócrito (460-370 a. n. e.), un filósofo griego, las partículas a las que llamó *átomos*, sí tenían las características de los materiales que formaban; para él, los *átomos* de fuego eran espinosos, con esto explicaba el dolor en las quemaduras; pensaba que los átomos de agua eran lisos y redondos, para que pudieran fluir con facilidad.

En la analogía, ustedes no modificaron su apariencia ni número, solo la forma en que se movían y el espacio que requerían para hacerlo. Muchas personas piensan que los gases no son materia, porque no tienen masa ni temperatura ni ocupan espacio, sin embargo, esto no es correcto. Lo que se modifica de acuerdo con el modelo cinético de las partículas es el espacio ocupado y qué tanto se mueven las partículas.

### 6. Observa la figura figura 5.9.

- ¿Qué puede concluirse del experimento que se muestra? ¿Qué nos muestra de los gases en general?

El modelo actual para las partículas coincide con Demócrito solo en tres puntos: la materia está formada por partículas tan pequeñas que no pueden verse a simple vista, entre ellas no hay nada (vacío) y permanecen en continuo movimiento. En el modelo actual se incluye que las partículas son puntuales, no tienen volumen y se comportan como objetos duros, sólidos, perfectamente elásticos, no modifican su tamaño ni forma en los cambios de estado, pero cambian su velocidad según su estado de agregación, y entre ellos hay fuerzas que también dependen de ese estado. Algunas de las

### GLOSARIO

**átomo:** partícula indivisible por métodos químicos, formada por un núcleo rodeada de electrones.

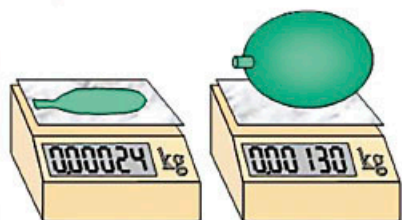
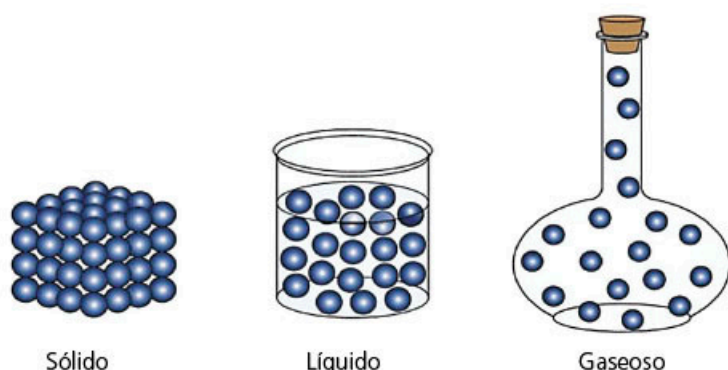


Figura 5.9 Masa de aire en un globo. Compara el valor de las balanzas.

principales características de los tres estados de la materia, de acuerdo con el modelo cinético (representación microscópica de los estados macroscópicos), se muestran en la **tabla 5.1** y en la **figura 5.10**. En este modelo, las partículas de diversas sustancias son diferentes, pero todas las de una misma sustancia son iguales. Una mezcla de sustancias contiene partículas de dos o más tipos distintos. En Química aprenderás que lo que aquí se denomina *partícula* puede ser un átomo o una molécula.

Sólidos	Líquidos	Gases
Su volumen es fijo.	Tienen volumen fijo.	Ocupan todo el volumen del recipiente.
Tienen forma propia.	Adoptan la forma del recipiente que los contiene; esto significa que no tienen forma propia.	Abarcan todo el recipiente que los contiene; esto quiere decir que no tienen forma propia.
Son difíciles de comprimir.	Son prácticamente incompresibles.	Se pueden comprimir.
No fluyen por sí mismos.	Fluyen fácilmente y se difunden, esto es que tienden a mezclarse con otros líquidos.	Se difunden: se mezclan espontáneamente con otros gases.

**Tabla 5.1** Características de los tres estados de la materia



**Figura 5.10** Representación de los tres estados de la materia. Por cuestiones gráficas, para que pudieras percibirlos, fue necesario representar las partículas como esferas.

## Cambios de estado

El **modelo cinético de partículas** permite la descripción de los tres estados de la materia, pero, ¿permite también explicar los cambios de estado?

### 7. Organicen un debate en pequeños grupos donde argumenten, con lo estudiado hasta este momento, si el modelo cinético de las partículas es capaz o no de explicar los cambios de estado.

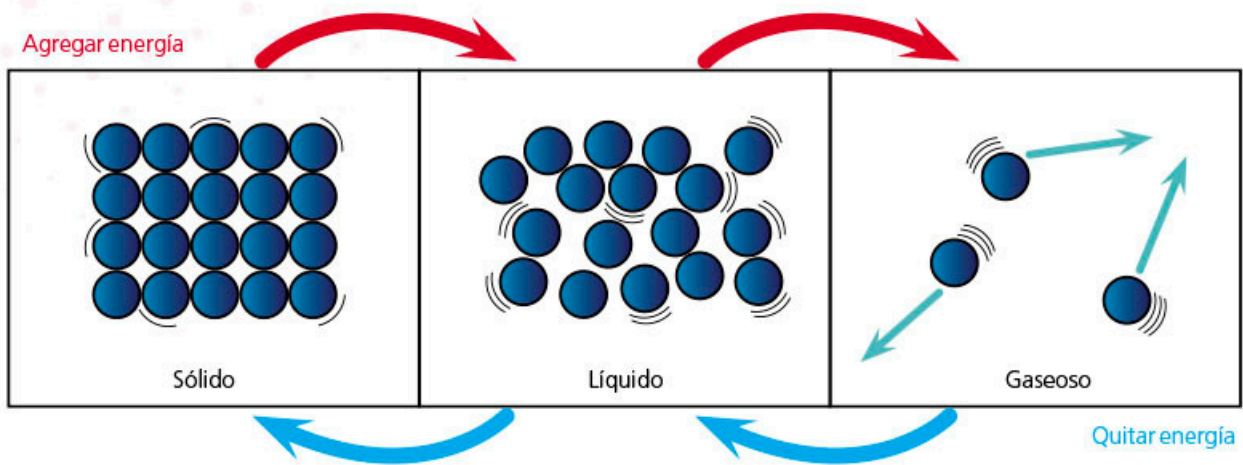
Por experiencia, sabes que si calientas agua llegará a su punto de ebullición, empezará a hervir y se convertirá en vapor, es decir, puede transformarse de líquido a gas. La energía proporcionada al agua en forma de calor (como verás más adelante) hace que las partículas puedan moverse más rápido y se desordenen. Con el movimiento, cambian las distancias entre ellas, pero no se modifica la masa ni el número de partículas iniciales.

Si enfrías agua lo suficiente, puede llegar a congelarse, y cuando eso sucede aumenta su volumen (excepcionalmente en el agua), se vuelve dura y cambia su transparencia. En todos estos cambios continúa siendo la misma sustancia. La masa y el número de partículas no se modifican. Así que si 1 L de agua tiene una masa que corresponde a 1 kg, cuando esa cantidad de agua se congela su masa es la misma, aunque en este caso su volumen es mayor. Si pasa a estado gaseoso toda esa cantidad de agua, el vapor correspondiente también tendrá una masa de 1 kg y el mismo número de partículas que el agua líquida o sólida (hielo) aunque su volumen sea mucho mayor.



#TIC TAC

En la simulación disponible en [redir.mx/SSPCF2-061a](http://redir.mx/SSPCF2-061a), puedes conocer un modelo del comportamiento de partículas que conforman un sólido, un líquido o un gas. Puedes consultar los enlaces [redir.mx/SSPCF2-061b](http://redir.mx/SSPCF2-061b) y [redir.mx/SSPCF2-061c](http://redir.mx/SSPCF2-061c).



**Figura 5.11** Cambios de estado al proporcionar energía al sistema o al cederla

Desde el modelo cinético de las partículas, los cambios de estado de la materia se explican con la energía cinética promedio de las partículas: cuando tienen mayor energía cinética la sustancia está en estado gaseoso; si el sistema transfiere energía, cambiará a estado líquido y finalmente a sólido. El proceso es reversible, es decir que, a partir de un sólido, si se le transfiere energía al sistema puede pasar a líquido y finalmente a gas (figura 5.11).

El número de partículas no se modifica, aunque en la ilustración hayan disminuido el número de partículas para mostrar que hay mayor distancia. En la secuencia 4 de este libro se abordó el tema de energía, en particular el significado de *energía cinética*.

Para ilustrar el cambio de estado de líquido a gas, por ejemplo, cuando se pone a hervir agua, podemos utilizar como analogía lo que sucede cuando haces palomitas de maíz.

El número de granos de maíz originales es el mismo que las palomitas finales más los granos que no explotaron, y la masa final tampoco se modifica, aunque el volumen cambie muchísimo (figura 5.12a y b).



**Figura 5.12a y b** Cambio de volumen en las palomitas de maíz; el número y la masa no se modifican.

Esta analogía NO funciona para el cambio de forma, tamaño y textura que experimenta el maíz; en el modelo de partículas estas no modifican su forma ni tamaño cuando se les proporciona energía o cuando ceden energía. Sin embargo, nos es útil para darnos cuenta de que no cambia el número de partículas ni su masa, aunque se modifique fuertemente el volumen: también para visualizar que una partícula (un grano de maíz) puede adquirir velocidad suficiente para abandonar la fase líquida (el resto de los granos) y pasar a vapor (salir disparada a gran velocidad). De acuerdo con el modelo cinético, esto es lo que ocurre cuando una sustancia pasa de estado líquido a gaseoso.

En la analogía de las palomitas, el maíz originalmente está en reposo; en el caso del modelo de partículas, estas se están moviendo siempre. La conclusión más importante de este punto es que **la materia se conserva** aunque cambie de fase, y que su masa continúa siendo la misma, aunque se modifique el volumen.



## EXPERIMENTA

### ¿Cuál es la temperatura durante un cambio de estado?

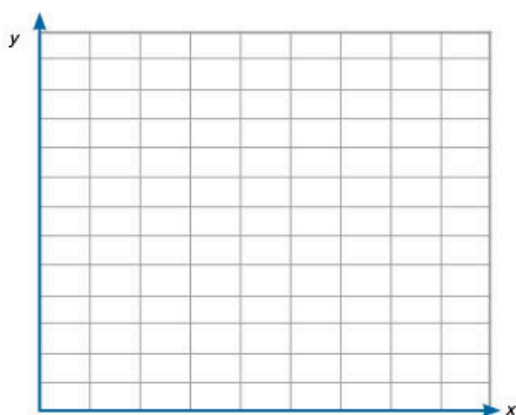
El propósito de esta actividad es observar los cambios de temperatura del agua cuando se transforma sucesivamente de sólido a líquido hasta llegar a gas.

#### Material

Hagan una lista del material que requieren para hacer el experimento, de acuerdo con lo que decidan.

#### Predicción

Investiga a qué temperatura se congela el agua y a cuál hierve. Dibuja una gráfica de cómo consideras que cambiará la temperatura del agua al calentarla, con una flama constante.



Mediante la argumentación deben llegar a un consenso para decidir cuál de las gráficas del equipo se tomará como referencia para comparar contra los datos experimentales. Esta será su predicción o hipótesis.

#### Planeación

1. Diseña, junto con tu equipo, un experimento para comprobar el comportamiento que suponen tiene la temperatura del agua al ir la calentando.
2. Identifiquen las variables del experimento y decidan cuáles van a mantener constantes y cuáles van a medir. Se llaman *variables* a los factores que pueden ser cambiados y medidos.

#### Desarrollo

1. Lleven a cabo el experimento y obtengan datos suficientes para elaborar una gráfica de cómo cambia la temperatura del agua desde que está en estado sólido hasta convertirse en gas.
2. Sigán todas las indicaciones de seguridad de su profesor para este procedimiento.

#### Análisis de resultados

1. Elaboren las gráficas y compárenlas con las que hicieron antes del experimento.
2. Expliquen los resultados obtenidos utilizando el modelo cinético de las partículas.
3. Analicen los resultados comparándolos con información obtenida de libros o internet para agua y para otras sustancias.
4. Discutan si la forma de la gráfica varía con la sustancia.
5. Presenten al grupo, mediante un cartel o medio digital, cuál fue la hipótesis inicial, el experimento y los resultados obtenidos.
6. Al finalizar todas las presentaciones analicen si el tiempo requerido para que los cambios de estado se lograran fue igual en todos los equipos.
7. Discutan con el resto del grupo el porqué de sus diferencias.



## GLOSARIO



**presión:** fuerza que ejerce un gas, un líquido o un sólido sobre una superficie.

**presión atmosférica:** fuerza que ejerce la atmósfera sobre la superficie de los cuerpos ubicados en la Tierra.

Para que la materia pueda cambiar de estado a presión constante es necesario que se le proporcione energía en forma de calor o bien que la ceda al medio. En la **figura 5.13** se muestran los cambios que pueden sufrir las sustancias cuando se les proporciona energía. Muchas de ellas pasan de sólido a líquido por un proceso que se llama **fusión** y de líquido a gas, a través de la **vaporización**, pero hay algunas sustancias como el dióxido de carbono (hielo seco) que a temperatura ambiente y **presión atmosférica** pasa directamente de sólido a gas, sin pasar por el estado líquido; este cambio se llama **sublimación**. En todos estos procesos se proporciona energía al sistema durante el **cambio de fase o estado**, y la temperatura permanece constante. Esto significa que, si tenemos agua hirviendo, por más energía que se proporcione al sistema, no aumentará su temperatura: esta energía se usa en el cambio de estado.

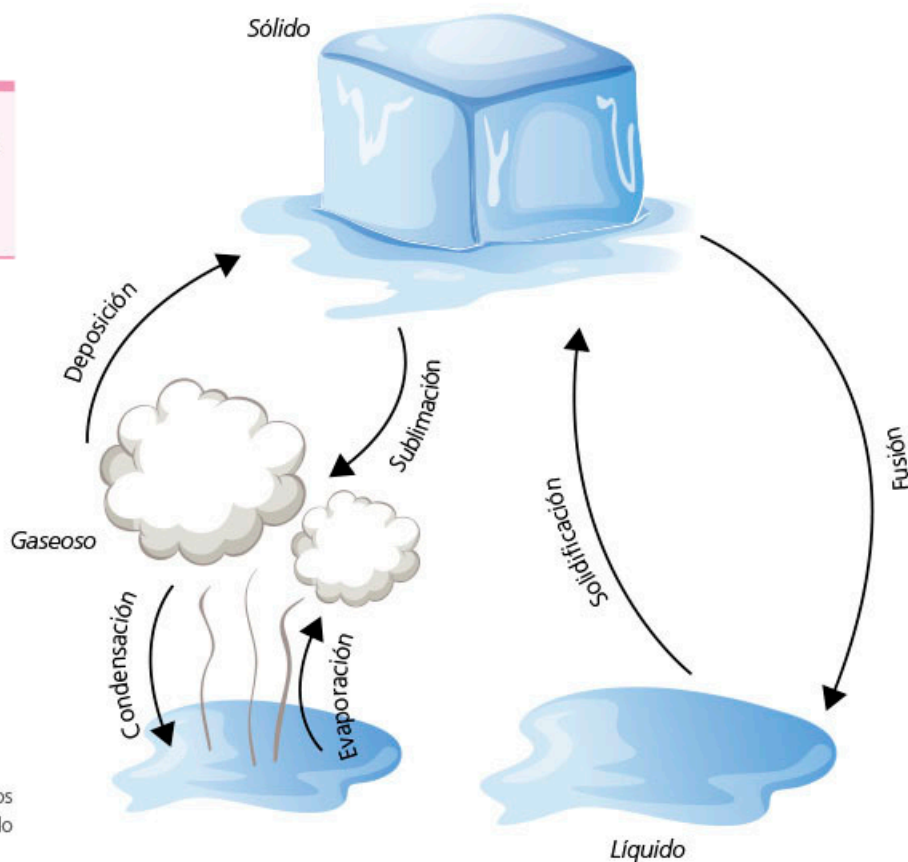
En contraste, si es el sistema el que proporciona calor al medio, pasará de estado gaseoso a líquido por un proceso que se llama **condensación**, y de líquido a sólido a través de la **solidificación**. Nuevamente, como en el proceso anterior puede haber un cambio de gas a sólido a través de una **sublimación regresiva** también llamada **deposición**. Decimos que son cambios de estado inversos porque suceden a la misma temperatura, pero en sentido contrario; por ejemplo, la solidificación es el cambio de estado de líquido a sólido y la fusión es el cambio de sólido a líquido: en la primera la sustancia libera energía en forma de calor y en la fusión se absorbe energía en forma de calor.

En resumen, cuando la energía cinética promedio de las partículas aumenta se eleva la temperatura, y pasa lo contrario si disminuye.

## #TIC TAC



En el enlace [redir.mx/SSPCF2-064a](http://redir.mx/SSPCF2-064a), puedes ver una explicación de los cuatro estados de la materia y los cambios de estado entre sólidos, líquidos y gases.



**Figura 5.13** Nombres de los cambios de estado

En los cambios de estado es fácil querer atribuir a las partículas lo que ocurre macroscópicamente, sin embargo, de acuerdo con el modelo cinético molecular, las partículas no cambian; es decir, NO se expanden ni se evaporan ni se derriten y tampoco se disuelven. Lo que se modifica es la **energía cinética promedio** de estas, por supuesto, asociada a su velocidad.

**8. Elabora, en tu cuaderno, una tabla con los materiales señalados a continuación.**

A nivel del mar, tanto la fusión como la ebullición ocurren a una temperatura fija para cada material. Así, el agua se funde a  $0^{\circ}\text{C}$ , el mercurio a  $-39^{\circ}\text{C}$ , el etanol (un alcohol) a  $-114^{\circ}\text{C}$  y la plata a  $961^{\circ}\text{C}$ . Los puntos de ebullición para las mismas sustancias son agua  $100^{\circ}\text{C}$ , mercurio  $357^{\circ}\text{C}$ , etanol  $78^{\circ}\text{C}$ , plata  $2212^{\circ}\text{C}$ .

- Incluye tres columnas: temperatura de fusión, temperatura de ebullición y estado a temperatura ambiente. Supón que la temperatura ambiente es  $20^{\circ}\text{C}$ .
  - En las dos primeras columnas escribe los valores proporcionados para fusión y ebullición. En la tercera columna escribe, mediante una interpolación, cuál piensas que es su estado de agregación a temperatura ambiente.
  - Revisa si tu suposición fue correcta; investiga en diversas fuentes de información.
- ◀ Verifica tus respuestas con tus compañeros.

### Hitos históricos en el modelo cinético de las partículas

El modelo cinético planteado antes pudiera parecer el resultado irrevocable de una mente brillante. Sin embargo, el camino seguido hasta culminar en el modelo cinético molecular llevó muchos siglos de trabajo, en un ir y venir de experimentos y explicaciones. Estas ideas son planteadas una y otra vez para ser enterradas en el olvido por no concordar con el modelo dominante del momento; esta lenta construcción constituye un ejemplo de la formación de un modelo científico. El contar con ciertos **hitos históricos** de la construcción de este modelo ayuda a aclarar que en la ciencia no se sigue un camino rígido y ya determinado, sino que se hacen aproximaciones, experimentos y modelos que se modifican constantemente y a lo largo de mucho tiempo, con la intervención de muchas personas

La historia ilustra las dificultades de la comunidad científica para aceptar estos modelos y probablemente también la dificultad que tú puedes sentir al tratar de imaginarte la materia como muchísimas partículas muy pequeñas, en constante movimiento y con vacío entre ellas, a pesar de que estés observando una mesa. Así puedes notar la dificultad que puede representar el aceptar un nuevo modelo científico.

En la antigua Grecia, Demócrito propone que la materia está formada por partículas muy pequeñas, a las que llamó *átomos*, que significa "indivisible". Él consideraba que estas partículas eran tan pequeñas que no podían ser percibidas por los sentidos, que no cambiaban y estaban en constante movimiento. Para permitir la movilidad de estos átomos en un sólido debía haber espacios que no contuvieran nada; es decir, vacío. Estos no podían llenar completamente el mundo porque, de hacerlo, no podría tener lugar ningún movimiento. Por lo tanto, debía existir un vacío para que las partículas pudieran moverse.

### #REFLEXIONA



La atmósfera es la capa gaseosa de la Tierra y nosotros vivimos dentro de ella. Todos los gases que resultan de la combustión se liberan a la atmósfera y la contaminan, actividades como fumar y quemar árboles o basura agregan sustancias que pueden ingresar a tus pulmones al respirar. Las plantas y los árboles purifican parte del aire al tomar dióxido de carbono y devolver oxígeno. ¡Cuida el ambiente!

### GLOSARIO



**hito histórico:** acontecimiento muy importante que marca un punto de referencia.

## #FUENTE



Si tienes oportunidad de consultar internet, revisa el enlace [redir.mx/SSPCF2-068a](http://redir.mx/SSPCF2-068a). Allí aprenderás más sobre los fundamentos de la Teoría cinética de los gases.

Para la elaboración del modelo cinético de partículas son muy importantes las aportaciones experimentales de Boyle (1627-1691), Charles (1783-1823) y Gay-Lussac (1778-1850), que obtienen las relaciones entre presión y volumen, así como presión y temperatura para cantidades fijas de un gas. Las ideas experimentales muestran relaciones entre variables, pero aún no constituyen un modelo de la materia. Bernoulli (1700-1782) tomó las moléculas como cuerpos pequeños de cualquier forma, que podían moverse en cualquier dirección y cuyas velocidades eran aleatorias (azarosas); pensó que el choque de las partículas en las paredes del recipiente era lo que causaba la presión. El trabajo de Bernoulli fue ignorado por sus contemporáneos, ya que sus ideas estaban lejos de las teorías en vigor.

Posteriormente, Joule (1818-1889) supuso que el movimiento de traslación, y no el de rotación, es el responsable de las propiedades de los gases. Propuso que la temperatura del gas es proporcional a la energía cinética de las partículas. También fue ignorado por los científicos de su época.

En la actualidad se acepta que los gases se componen por un gran número de partículas que se mueven en todas direcciones, y cuyo impacto en la superficie causa la presión. A un gas puro se le representa con moléculas idénticas, en movimiento principalmente traslacional que es al azar tanto en velocidad como en dirección.

Maxwell (1831-1879) introdujo fuertes simplificaciones para llegar a construir un modelo sencillo, y supuso que las velocidades de las partículas son distintas y que cualquier valor es posible estadísticamente. El trabajo de Maxwell explica las leyes conocidas del comportamiento de los gases.

Los puntos importantes del modelo de Maxwell son los siguientes.

- Los gases están compuestos por partículas en continuo movimiento.
- Estas partículas son esferas perfectamente elásticas.
- Una partícula actúa sobre otra únicamente durante el impacto.
- El movimiento de las partículas obedece las leyes de Newton.
- La velocidad de las partículas aumenta con la temperatura.
- Las partículas se mueven con velocidad uniforme y al chocar con las paredes del recipiente producen una presión.

El desarrollo del modelo cinético de la materia y su poder explicativo y predictivo no significó que la comunidad científica aceptara que realmente la materia estaba formada por partículas. Aunque se reconocía que los átomos eran entidades que permitían explicar fenómenos y propiedades de la materia, se seguía dudando de su realidad física. Fue a principios del siglo xx cuando hicieron experimentos que apuntaban ya no solo a la existencia de los átomos, sino a que estos están constituidos por partículas más pequeñas, que actualmente llamamos *electrón*, *protón* y *neutrón*.

9. Trabaja con un compañero. Elaboren una línea de tiempo con los hitos históricos en el modelo cinético de partículas. Incluyan dibujos o diagramas de los modelos e ilustraciones de cada uno de los personajes.

## ➡ MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

10. Reúnete con un compañero, revisen sus respuestas que corresponden a la Situación B de la sección de inicio, y reescribanlas con base en lo que trabajaron en este tema de la secuencia.
  - Al finalizar, compartan sus nuevas respuestas con el grupo.

**11. Haz una reflexión personal acerca de cuánto consideras que has avanzado en tu trabajo durante esta secuencia.**

- Identifica qué aspectos te han resultado interesantes y cuáles han sido complicados para ti. ¿Cómo podrías profundizar en estos últimos?

**12. Forma equipo con tres compañeros para resolver las siguientes cuestiones. Es necesario que incorporen como parte de la argumentación el modelo cinético estudiado en esta secuencia.**

- ¿Una célula es de mayor o menor tamaño que las partículas consideradas en el modelo cinético? Justifiquen su respuesta.
  - Supongamos que calentamos agua en una olla cerrada (donde no puede salir nada de vapor) hasta que no quede líquido. ¿Pesará lo mismo la olla con líquido y cuando solo contiene vapor?
  - Tenemos un vaso con 40 g de agua y vertimos 6 g de café soluble, removemos hasta que se disuelva totalmente; se obtiene una disolución de color oscuro. ¿Cuántos gramos contendrá el vaso? Expliquen su razonamiento.
  - Si en un vaso con agua pones unas gotas de tinta azul, después de un rato toda el agua es azul. Explica con el modelo de partículas por qué ocurre esto.
  - Una de las propiedades más conocidas de los gases es su compresión, que consiste en poder reducir el volumen al presionar sobre él. ¿Cuál de las siguientes situaciones piensas que explica lo que sucede?
    - Las partículas existentes reducen su tamaño.
    - Los gases son como esponjas que al apretar se comprimen.
    - Las partículas del gas dejan espacios libres que al apretar se reducen.
  - En un cuerpo sólido en reposo: ¿cómo crees que estarán las partículas que forman el sólido?
    - En estado de reposo.
    - En vibración permanente.
    - Solo se moverán si se mueve el recipiente.
  - En un cuerpo líquido en reposo: ¿cómo crees que estarán las partículas que forman el líquido?
    - En estado de reposo.
    - En vibración permanente.
    - Solo se moverán si se mueve el recipiente.
  - En un cuerpo gaseoso en reposo: ¿cómo crees que estarán las partículas que forman el gas?
    - En estado de reposo.
    - En vibración permanente.
    - Solo se moverán si se mueve el recipiente.
- Discutan sus respuestas con el grupo.

**13. En equipo de dos o tres compañeros elaboren un organizador gráfico con las ideas principales de esta secuencia. El organizador puede ser en forma de mapa conceptual o mental; lo importante es que señalen los conceptos más importantes y la relación que existe entre ellos, así como los fenómenos que pueden explicarse con el modelo cinético molecular.**

- Compartan su organizador gráfico con el grupo.
- Elaboren un organizador gráfico con los conceptos más importantes que identificaron entre todos.

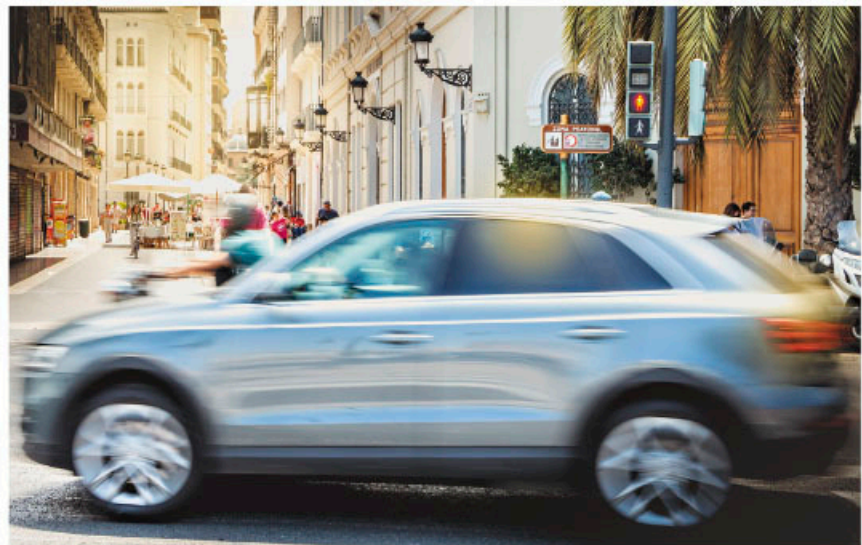
En este apartado obtendrás la ayuda necesaria para llevar a cabo proyectos. Un proyecto es una intervención deliberada y planeada que pretende generar cambios favorables en una situación específica. Los proyectos pueden ser de tres tipos.

- **Científicos.** Incluyen actividades científicas, como describir, explicar y predecir fenómenos o procesos naturales que ocurren en el entorno. Los proyectos se trabajan como lo hacen los científicos del área de ciencias naturales.
- **Tecnológicos.** Mediante el empleo de materiales y herramientas se diseñan y construyen dispositivos, al mismo tiempo que se describen sus características, funcionamiento y utilidad.
- **Ciudadanos.** Implican actividades para valorar de manera crítica las relaciones entre ciencia y sociedad, favorecen la interacción con otras personas para participar en situaciones del entorno.

A continuación, se esboza un proyecto de cada tipo, pero se trata claramente de una **propuesta**. Si alguno de ellos te interesa, puedes desarrollarlo del todo. Si no es así, puedes elegir otro proyecto de acuerdo con tus intereses e inquietudes. La intención es que apliques los aprendizajes logrados hasta ahora para que hagas sugerencias acerca de situaciones y problemáticas de tu entorno. Tu profesor te puede orientar al respecto.

### Proyecto ciudadano: la física en el cine

En la actualidad el cine muestra desde aparatos y dispositivos que funcionan a partir de principios físicos los cuales permiten grabaciones de video y de audio, hasta la elaboración de efectos especiales. Seguro has visto películas cuya trama incluye autos que saltan sobre vehículos estacionados, motocicletas que brincan del techo de un edificio a otro, personajes que caen de gran altura y toda una serie de escenas que dan emoción a las historias (figura 1). La física está presente en gran parte del cine de acción.



**Figura 1** Persecución automovilística en una película de acción

Reflexionar sobre el cine y la televisión es importante porque ambos medios de comunicación tienen una enorme influencia en la forma de pensar de las personas. Preocupados por la influencia que tienen estos medios entre el público, algunos estudiosos han escrito respecto a la física que hay en películas taquilleras como las que ya conoces.

## PLANEACIÓN

Elige una película. Te sugerimos consultar las siguientes páginas web.

- [redir.mx/SSPCF2-069a](http://redir.mx/SSPCF2-069a) (sitio *Física de Hollywood*)
- [redir.mx/SSPCF2-069b](http://redir.mx/SSPCF2-069b) (documento *Física en el Cine*)
- [redir.mx/SSPCF2-069c](http://redir.mx/SSPCF2-069c) (página *Movimiento parabólico*)

Aquí hay reseñas de películas que han sido analizadas desde el punto de vista de la física. Puedes elegir alguna o puedes retomar la forma en que hacen los análisis y replicarlos para otra película que sea de tu interés.

- Plantea una pregunta o problema que considere algún aspecto relacionado con velocidades, aceleraciones o fuerzas; por ejemplo, ¿qué velocidad se requiere para que el camión donde viaja la protagonista brinque de un extremo a otro de un puente derrumbado?
- Redacta el propósito específico de tu proyecto. Puede ser: explicar desde el punto de vista de la física la escena en la que un autobús que viaja a 80 km/h debe saltar de un extremo a otro de un puente que tiene una brecha de 30 m.
- Elabora una lista de las actividades por desarrollar y construye un calendario. Considera un periodo de trabajo de dos a tres semanas. Durante el análisis de cada actividad puedes calcular el tiempo que requiere ejecutarlo y ajustar la duración total de tu proyecto. La sugerencia es que mínimo se trate de proyectos de dos semanas, pero no es recomendable extenderse mucho: dos a tres semanas es un buen tiempo. Puedes seguir este ejemplo.

Actividades		Semanas (2 días de clase con 3 h por día)						Responsable
		1		2		3		
		Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	
Planeación								Equipo
Desarrollo	Observar la película							Equipo
	Elegir y analizar la escena							Equipo
	Primera explicación con física							Equipo
	Consultar textos y expertos							Equipo
	Segunda explicación con física							Equipo
	Valorar veracidad							Equipo
	Comunicación							
Evaluación								Equipo

- Define los recursos que necesitas y la forma de obtenerlos; por ejemplo, copia de la película que elegiste, medio de reproducción adecuado, cuaderno de notas, etcétera.
- Prevé el apoyo que puedas necesitar de adultos cercanos para cuestiones de logística, como desplazarte a alguna mediateca o audioteca donde puedas encontrar recursos audiovisuales.

## DESARROLLO

Eliján una escena de corta duración. Analicen los movimientos que se presentan en ella y expliquen la forma en que se emplea la física a partir de los conocimientos que poseen al inicio. Consulten textos, *blogs*, páginas web, artículos y personas expertas como sus profesores. Amplíen y profundicen sus ideas de velocidad y aceleración. Después de ver la escena que es de su interés ya saben cómo orientar su consulta documental.

Expliquen de nuevo la escena elegida, pero ahora cuidando el empleo de los conceptos de física. Valoren su veracidad y el empleo de efectos especiales. Intercambien ideas acerca de la influencia de películas como la elegida en la cultura científica del público en general: ¿a quién le harían más caso sobre los riesgos de juntar dos cables eléctricos, al profesor de Física o al supersensacional protagonista?

## COMUNICACIÓN

Proyecten la escena a sus compañeros de grupo. Formulen preguntas sencillas acerca de los conceptos revisados en la unidad. Después proporcionen explicaciones con base en conceptos de física. Procuren enfatizar cómo influye el cine en la cultura científica del público.

Adicionalmente, como aplicación de lo aprendido con la revisión de la escena, pueden diseñar algún efecto especial con juguetes u objetos de su entorno. Los teléfonos móviles actuales tienen buenas cámaras y varios de ellos cuentan con efectos de pantalla verde o de *stop motion*, y hay aplicaciones que facilitan la edición.

## EVALUACIÓN

Valoren los logros y retos alcanzados; también identifiquen las dificultades que se presentaron. Consideren dos momentos: uno de autoevaluación en el que cada integrante reflexione sobre su propio desempeño en aspectos como compromiso, colaboración y respeto; y otro de coevaluación, en el que cada integrante del equipo valore el desempeño de sus compañeros.

## Proyecto científico: radar para medir velocidades en tu teléfono móvil

Los dispositivos que se emplean para medir la velocidad de automóviles y de pelotas en diversos deportes emiten una señal de ondas electromagnéticas que es reflejada cuando incide sobre un objeto en movimiento. Las frecuencias de las ondas que se emiten y las que se reciben difieren ligeramente y con esta pequeña discrepancia, el dispositivo estima la velocidad del objeto (figura 2). Investiga el principio del funcionamiento del radar.



**Figura 2** Radar de pistola para medir la velocidad con que circulan los automóviles en una vía rápida

Estos dispositivos son radares que se construyen en diversas modalidades y que, además de ser utilizados en el deporte, se emplean en muchos sitios para controlar el tránsito de ciudades y carreteras. Existen aplicaciones gratuitas que pueden convertir

tu teléfono móvil en un radar para medir velocidades de diversos objetos, ¿a qué velocidad piensas que se mueve una persona que pasa corriendo de una acera a otra?, ¿cuál es la velocidad del ave que revolotea en el parque?, ¿qué tan rápido viaja un repartidor de pizzas?

## PLANEACIÓN

Intercambia ideas con tus compañeros y recuperen la noción de velocidad. Comenten la importancia de medir la velocidad, por ejemplo, en situaciones en las que hay límites que no deben excederse, pues de lo contrario los conductores se hacen acreedores a sanciones.

- Plantea una pregunta o problema, por ejemplo, ¿cuál es la velocidad de cierto objeto? Se sugiere que elijas cinco objetos cuyo movimiento sea en línea recta y tengan algún interés para ti.
- Redacta el propósito específico de tu proyecto; por ejemplo, estimar la velocidad de un objeto.
- Elabora una lista de las actividades por desarrollar y construye un calendario. Considera un periodo de trabajo de dos a tres semanas. Revisa el ejemplo del proyecto anterior.
- Define los recursos que necesitas y la forma de obtenerlos. En este caso requieres teléfono celular, conexión a internet y cierto sistema operativo; además, se debe saber cómo descargar aplicaciones.

## DESARROLLO

Haz una consulta documental en textos o en internet sobre los radares. Indaga aspectos como: de dónde proviene este nombre, cuál es su historia, cuál es su principio de funcionamiento y en qué actividades se emplea.

Busca en internet aplicaciones gratuitas para convertir tu teléfono en un radar (figura 3). Descarga la aplicación y familiarízate con su empleo.

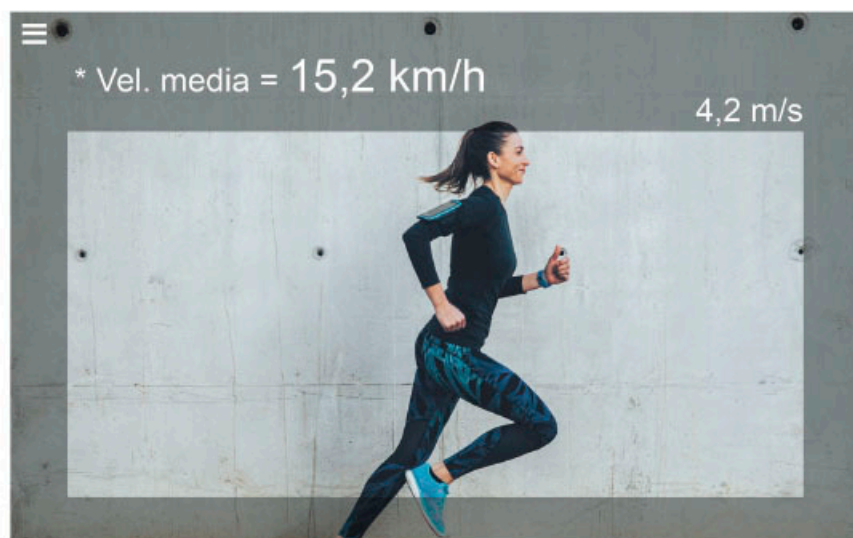


Figura 3. Aplicación para teléfono celular

De acuerdo con tu experiencia con velocidades, responde a las preguntas que planteaste en un inicio. Si tienes una pregunta como ¿cuál es la velocidad del ave que vuela por el parque?, estima una cifra cuidando las unidades (es diferente hablar de velocidades en m/s que en km/h); después mide su velocidad con tu móvil. Compara esta medición con la cifra que calculaste.



¿A qué piensas que se deben las diferencias? Repite este procedimiento con los objetos que hayas seleccionado. Mide la velocidad de los vehículos que circulan por una calle. De acuerdo con tus resultados, ¿respetan los límites de velocidad?

Si revisas esta unidad, al inicio de la secuencia 2, en la actividad "Experimenta: Caminantes", puedes emplear la aplicación para medir la velocidad con que caminan tus compañeros. Si, por ejemplo, obtienes una lectura de 1 m/s para alguno de los caminantes, quiere decir que este avanza un metro por cada segundo que está en movimiento. Compara el valor medido con tu teléfono móvil con la gráfica construida por tus compañeros.

Reflexiona en los resultados obtenidos y elabora conclusiones sobre los siguientes aspectos.

1. ¿Qué tan buenas son las personas para estimar velocidades de su entorno?
2. ¿Cómo funciona un radar?
3. ¿Cuál es la importancia del radar?

## COMUNICACIÓN

Construye un esquema del principio de operación del radar para explicar su funcionamiento a tus compañeros de grupo. En la figura 4 se muestra un ejemplo.

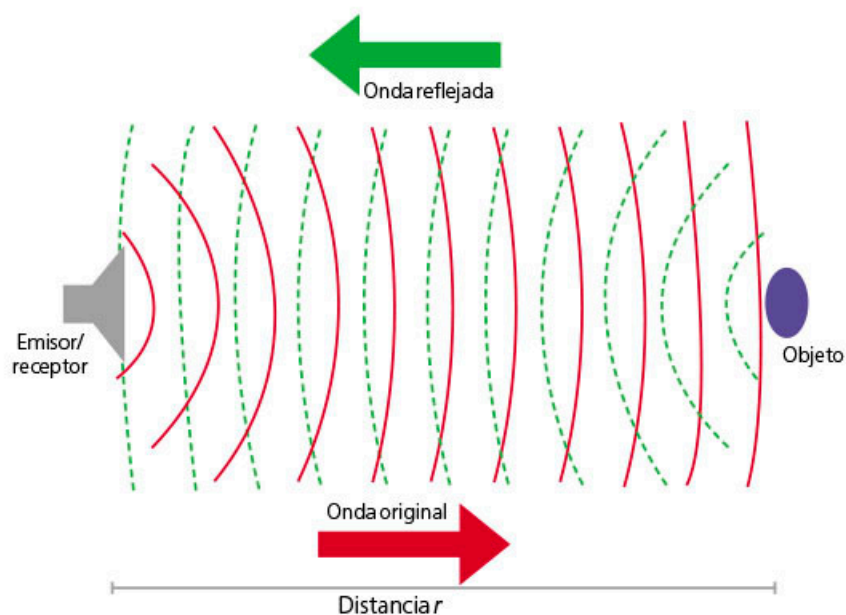


Figura 4 Ejemplo de funcionamiento de un radar

Después de que expliques su funcionamiento, comparte con ellos tus conclusiones. Pide a algunos que caminen dentro del aula o que muevan una de sus extremidades; con la práctica que ya has adquirido, emplea tu teléfono celular para medir las velocidades correspondientes.

Para aumentar el interés, solicita, por ejemplo, que un compañero haga un pronóstico de la velocidad con que mueve un brazo o una pierna. Luego haz la medición con tu teléfono y compárala con el pronóstico. Intercambia ideas con tus compañeros respecto a las diferencias.

## EVALUACIÓN

Solicita a tus compañeros de grupo que califiquen tu proyecto. Pide que escriban en una hoja de papel una calificación del 1 al 5 para aspectos como los siguientes.

- Fue posible medir la velocidad de diversos objetos.
- La presentación fue interesante.
- La explicación sobre el radar fue clara.
- La explicación sobre el radar fue completa
- Se explicó la importancia del radar.

Nota: puedes modificar los aspectos anteriores e incluir algunos que consideres relevantes. Quizá algo relacionado con la percepción de tus compañeros acerca de la relativa facilidad con que ellos pueden replicar este proyecto.

Recolecta las hojas con la valoración de los compañeros de grupo. Después, revisa con tu equipo las calificaciones. Identifiquen, en cada equipo, los aspectos que deben mejorar.

## Proyecto científico: ¿por qué sudan las botellas?

Te habrás dado cuenta de que cuando sacas del refrigerador o del congelador una bebida, al poco rato esta aparece sudada (figura 5). ¿Por qué ocurre esto?, ¿tiene que ver solo con la temperatura del líquido?, ¿depende del material del recipiente? (figura 6), ¿se estará saliendo el líquido del recipiente?, ¿este mismo fenómeno puede darse en objetos que no contengan líquidos? Entonces, ¿de dónde sale el agua?



**Figura 5** ¿Existe una explicación física al fenómeno de las botellas sudadas?



**Figura 6** ¿Podría ser que el material de la lata permita que se salga líquido?

## PLANEACIÓN

Formen un equipo de dos o tres participantes y elijan la o las preguntas que quieren contestar relacionadas con el sudado de las botellas. Elaboren una lista de las actividades a desarrollar y construyan un calendario. Consideren un tiempo de desarrollo de dos a tres semanas.

## DESARROLLO

- Intercambien ideas con sus compañeros, discutan las explicaciones de cada uno y decidan cuál es la que consideran más factible y completa.
- ¿Cuáles son las variables involucradas en el fenómeno?, ¿cómo pueden comprobar que la explicación dada es correcta?
- Definan los materiales que requieren para hacer los experimentos y si requieren algún instrumento de medida.

- Lleven a cabo las primeras pruebas y valoren si con ellas es posible explicar el fenómeno.
- Consulten textos, blogs, páginas web, artículos y personas expertas como sus profesores, para decidir si su respuesta es congruente con las explicaciones físicas.
- Expliquen nuevamente el fenómeno, tal vez requieran hacer nuevas pruebas para validar la explicación.
- Comprueben si su interpretación es válida para explicar por qué se empañan los vidrios de un coche en ciertas ocasiones y describir cuáles son las condiciones que se deben cumplir para que ocurra este fenómeno.
- Verifiquen que con su explicación puede responderse por qué no ocurre este fenómeno en el caso del helado (figura 7) y de la persona que está limpiando nieve con su pala (figura 8).
- Valoren si su explicación incluye un modelo microscópico de la materia o es una explicación únicamente macroscópica.



**Figura 7** ¿Por qué el barquillo del helado no suda como las botellas?



**Figura 8** Las botas parecen secas a pesar de estar en la nieve, ¿por qué?

## COMUNICACIÓN

La finalidad de esta comunicación es que sus compañeros puedan entender por qué y en qué condiciones sudan las botellas y algunos materiales.

Durante su explicación muestren cómo sucede este fenómeno, ya que es posible que, aunque lo hayan visto, no se les haya ocurrido preguntarse por qué sucede, o simplemente haya pasado desapercibido. Se sugiere que hagan un video para poder presentar distintas situaciones en las que se ve el fenómeno y en otras que no se observa a pesar de las bajas temperaturas. Al final de su explicación, señalen cómo se llama este proceso físico, y enfatizen el hecho de que, durante este proceso ocurre intercambio de energía.

## EVALUACIÓN

Su proyecto puede ser valorado por los compañeros de su grupo desde dos perspectivas.

- a) Interés y motivación. Elaboren un sencillo cuestionario (tres a cuatro preguntas) en el que indaguen si sus compañeros entendieron, si les pareció interesante, si ya se habían hecho también estas interrogantes.
- b) Aprendizajes obtenidos. Propongan una situación de "sudado" y soliciten a sus compañeros de grupo que la expliquen, de tal forma que ustedes puedan reconocer si sus compañeros aprendieron con su proyecto.

Además de la evaluación de sus compañeros, ustedes pueden hacer una autoevaluación de su desempeño considerando aspectos como el compromiso individual, la cooperación y el trabajo en equipo.

## Proyecto tecnológico

Con base en los ejemplos anteriores, habrás notado que los proyectos se llevan a cabo en cuatro etapas: planeación, desarrollo, comunicación y evaluación. Si te gusta la manipulación de objetos y la construcción, haz un dispositivo o prototipo que funcione a partir de los contenidos revisados en esta unidad; por ejemplo, puedes construir carros que se muevan con la energía de ligas, cuando un globo se desinfla, o bien, puedes construir cohetes de agua (figura 9). Busca en internet videos sobre estas ideas.



Figura 9 Cohete de agua

1. Haz las lecturas breves que se presentan. Su propósito es que emplees las ideas revisadas en esta unidad para explicar diferentes situaciones.

### Efectos de la aceleración de la gravedad en el cuerpo humano

La aceleración de la gravedad es consecuencia de la fuerza con que la Tierra atrae los objetos. Actúa sobre la piedra que soltamos de un puente, el balón con que jugamos, la manzana que dejamos caer, etc., pero también actúa sobre nuestro cuerpo. Los movimientos que efectuamos cotidianamente transcurren dentro del campo de influencia de la gravedad terrestre y ayudan a fortalecer nuestros huesos y músculos.

En un ambiente de gravedad cero, los músculos se atrofian rápidamente porque el cuerpo percibe que no los necesita. Los que se utilizan para contrarrestar la fuerza de gravedad (como los de la cadera y la columna que ayudan a mantener la postura), pueden llegar a perder hasta 20% de su masa si no se utilizan. La masa muscular puede desaparecer a una tasa de 5% semanal.

Las pérdidas en los huesos pueden ser aún más grandes en el espacio, donde no hay fuerza de gravedad. En este ambiente, los músculos se atrofian a un ritmo de 1% mensual, y las pérdidas totales pueden llegar a ser de 40% a 60%. La sangre, que en la Tierra se acumula en los pies, en el espacio se distribuye en todo el cuerpo, lo que hace que la presión normal en los pies se reduzca, mientras que aumenta en la cabeza. Por esta razón los rostros de los astronautas se hinchan, mientras que sus piernas lucen considerablemente más delgadas.

- En la interacción de la fuerza con nuestro cuerpo, ¿solo la Tierra ejerce fuerza sobre nosotros? Explica.
- ¿Por qué la Tierra afecta tanto nuestro cuerpo mientras que nosotros prácticamente no afectamos a la Tierra?

### El ciclo del agua

Si la Tierra está cubierta por agua en 75% de su superficie, ¿por qué se dice que estamos en una crisis mundial en torno al agua? Se puede decir que el agua, igual que la energía, no se crea ni se destruye, solo se transforma. El agua está cambiando continuamente de estado y durante ellos la cantidad de materia se mantiene, por lo que la cantidad de agua en el planeta permanece constante. El ciclo hidrológico consta de tres fases principales: la precipitación, la evaporación y el flujo, tanto superficial como subterráneo.

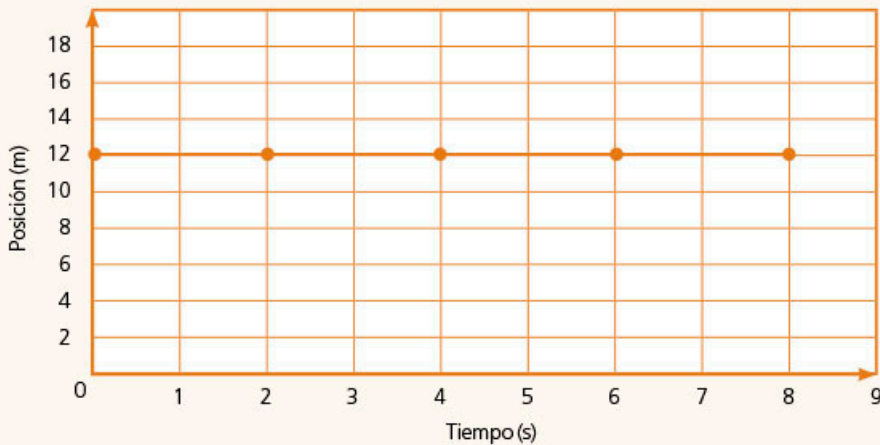
El agua existe en la Tierra en los tres estados (sólido, líquido y gaseoso), dependiendo principalmente de la temperatura. El agua que llueve se almacena en los arroyos, ríos, lagos, lagunas y zonas costeras, y finalmente llega a los océanos. Pero solo 0.26% es directamente utilizable por la especie humana.

- El ciclo del agua empieza con la evaporación, entonces, ¿las moléculas de agua en estado líquido tienen más o menos energía cinética que en estado gaseoso?, ¿de dónde se obtiene la energía o a dónde va durante este cambio de estado?
- ¿En el aire que respiramos hay vapor de agua?, ¿cómo puedes probar tu respuesta?
- En casi todo México tenemos una larga temporada de lluvias. Desde el punto de vista físico, explica de dónde proviene el agua que tenemos en estas precipitaciones. ¿En qué estado de la materia se encuentra el agua de lluvia?, ¿y el granizo?

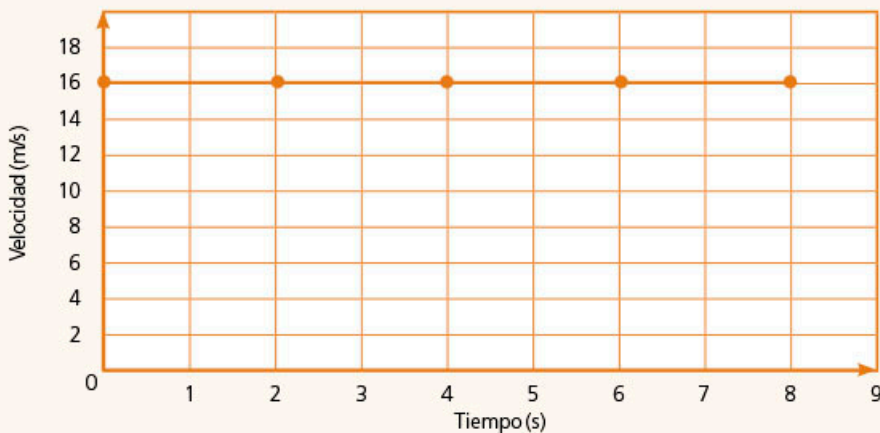
- Haz un dibujo que muestre el ciclo del agua; acompaña la visión macroscópica de una descripción microscópica. En cada una de las fases de este ciclo utiliza el modelo cinético de partículas.

## 2. Resuelve en tu cuaderno los siguientes problemas.

- Explica con tus palabras qué es velocidad y qué es aceleración.
- Elabora una tabla comparativa entre estos dos conceptos. Intercambia ideas con tus compañeros para establecer semejanzas y diferencias.
- En casa de Mario llega la hora de comer y su mamá le pide que vaya a comprar tortillas. La tortillería y la casa de Mario se ubican en la misma cuadra. Mario sale caminando a la tortillería que queda a 400 m de su casa. Compra las tortillas y regresa. A 200 m de la tortillería se encuentra a su amigo Rodolfo y se queda a platicar con él. Si se considera la casa de Mario como la referencia...
  - a) ¿qué distancia recorrió?
  - b) ¿cuál es su posición final?
  - c) Haz una gráfica de posición contra tiempo del recorrido hecho por Mario.
- Reflexiona acerca de cómo debes representar el tiempo que se quedó platicando con su amigo Rodolfo.
- Analiza las **gráficas 2.1** y **2.2**, y responde las cuestiones que se plantean.



Gráfica 2.1

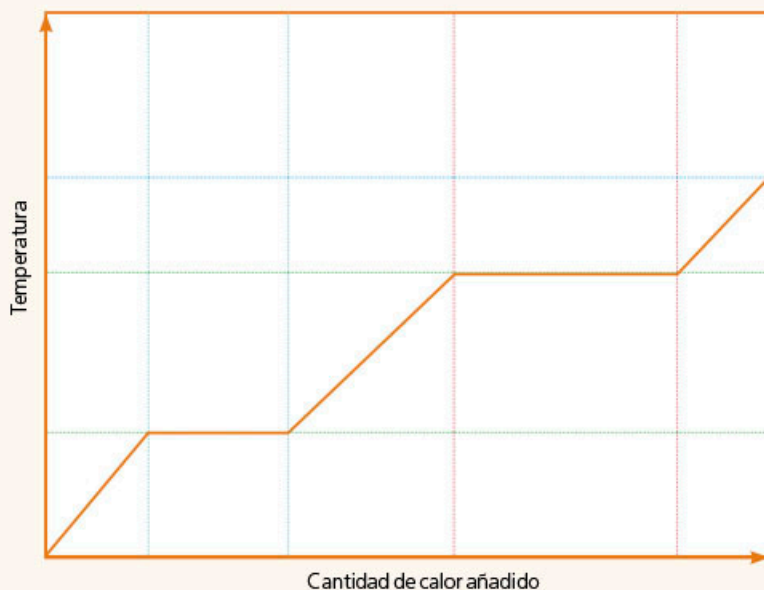


Gráfica 2.2

- ¿Qué diferencia existe entre una y otra?
  - a) Explica cómo es el movimiento del objeto representado en cada una de las gráficas.
  - b) Indica si los siguientes enunciados son verdaderos (V) o falsos (F):
    - ( ) El objeto de la **gráfica 2.1** viaja con velocidad constante.
    - ( ) La aceleración del objeto de la **gráfica 2.2** vale cero.
    - ( ) El objeto de la **gráfica 2.2** cambia su velocidad.
    - ( ) El objeto de la **gráfica 2.1** permanece a 15 m de la referencia durante 8 s.
    - ( ) La velocidad del objeto de la **gráfica 2.1** vale cero.
    - ( ) El objeto de la **gráfica 2.2** está en reposo.
    - ( ) La velocidad del objeto de la **gráfica 2.2** es de 15 m/s.
- En un partido de fútbol americano, el grandote del equipo azul le dio un empujón al flaquito del equipo rojo.
  - a) ¿Quién ejerce más fuerza en el momento del empujón? Explica.
  - b) Después del empujón, el flaquito se movió casi 2 m, mientras que el grandote casi no se movió, ¿por qué?
- Un niño que juega a la carreterita en la banqueta lanza su carro. Al principio, este avanza con rapidez, pero va disminuyendo paulatinamente su velocidad hasta que se detiene. Entonces el niño piensa: "¡Caray! Le di mucha fuerza al auto porque vi que salió rápido, pero la fue gastando poco a poco hasta que no tuvo más fuerza".
 

¿Es correcto el razonamiento del niño? Explica.
- ¿Por qué la cima más alta de una montaña rusa se coloca al principio del recorrido?
- Observa la **gráfica 2.3** que está a continuación.
  - a) ¿Qué representa?
  - b) Escribe en cada zona de la gráfica, en qué estado se encuentra la sustancia.
  - c) De acuerdo con el modelo cinético, haz un esquema en el que representes el estado de agregación o cambio de fase de cada zona de la gráfica.
  - d) Si la sustancia fuera agua, ¿qué valores debería tener el eje de las y?

Gráfica 2.3



## Autoevaluación

- Reflexiona acerca de tu desempeño durante esta unidad. Con un marcador de textos, sombrea la casilla que corresponde a tu desempeño.

Respuestas	Actividades Experimenta	Datos, Tic Tac y Fuentes	Mis nuevos conocimientos	Vínculos con el entorno
Respondí a todas las preguntas.	Hice todos los experimentos.	Siempre complementé con ellos.	Resolví todas las preguntas.	Siempre relacioné las ideas de física con mi entorno.
Me faltó responder algunas.	Me faltaron algunos experimentos.	Muchas veces complementé con ellos.	Me faltaron algunas preguntas.	Casi siempre relacioné las ideas de física con mi entorno.
Respondí cerca de la mitad.	Hice la mitad de los experimentos.	A veces complementaba con ellos.	Resolví alrededor de la mitad.	A veces establecí relaciones con mi entorno.
Respondí menos de la mitad.	Hice menos de la mitad de los experimentos.	Pocas veces complementé con ellos.	Resolví menos de la mitad.	Casi no encontré relaciones con mi entorno.

## Coevaluación

Casi todas las actividades propuestas se efectúan en equipo. Intercambia tu libro con alguno de tus compañeros y pide que sombree la casilla que corresponde a tu desempeño en los siguientes aspectos de acuerdo con una escala de 0 (nunca) a 4 (siempre).

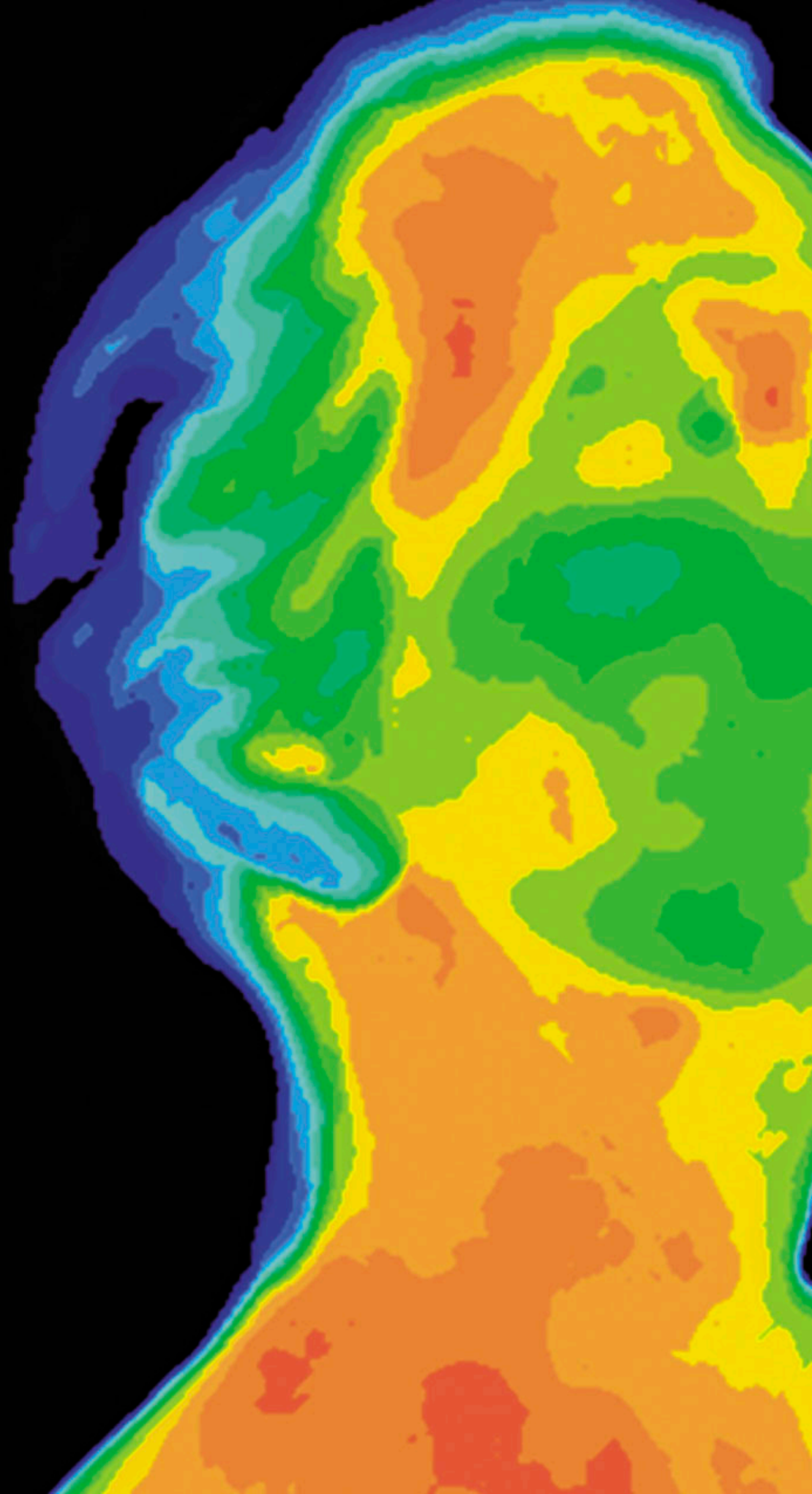
Aportó ideas para el desempeño del equipo.	0	1	2	3	4
Llevó a buen término las tareas asignadas.	0	1	2	3	4
Atendió con respeto las ideas de otros.	0	1	2	3	4
Se dirigió cortésmente a sus compañeros.	0	1	2	3	4
Se comprometió con la tarea del equipo.	0	1	2	3	4
Ayudó a sus compañeros cuando lo necesitaron.	0	1	2	3	4

- Analiza tus respuestas a ambas tablas.

- Elabora un escrito breve en el que señales acciones para mejorar lo no tan bueno y para mantener lo bueno.
- Reflexiona sobre lo que sabías antes de comenzar la unidad y compáralo con los conocimientos que has construido hasta este punto.
- Identifica tus avances y, con base en los contrastes, elabora un plan de mejora.



# Unidad 2



The page features three thermal maps of a human head and brain. One large map on the left shows the profile of a head with various colored regions (yellow, green, blue) indicating different temperatures. Another map at the bottom left shows a cross-section of the head. The third map at the bottom right shows a cross-section of the brain with a prominent red and orange area in the center, indicating a high-temperature region. The text is contained within a light blue speech bubble shape.

# Energía y salud

El propósito de esta unidad es que reconozcas que la energía se transfiere de cuerpos de mayor a menor temperatura y que mucha de esta es disipada al medio en forma de calor, por lo que puede no ser utilizable.

También podrás inferir que hay fuerzas que actúan a distancia, extendiendo lo estudiado en mecánica, y que estas son fácilmente perceptibles en fenómenos eléctricos y magnéticos.

Estos conocimientos serán aplicados al cuerpo humano, para identificar que en él ocurren fenómenos térmicos y eléctricos. Se describirá cómo llega la información del entorno al cerebro y los mecanismos que tiene el cuerpo para termorregularse.

**Eje:** materia, energía e interacciones  
**Tema:** propiedades  
**Aprendizaje esperado:** interpreta la temperatura y el equilibrio térmico con base en el modelo de partículas.

## ➔ MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia analizarás la temperatura como una variable que puede interpretarse tanto en la escala macroscópica, con la idea de equilibrio térmico, como a escala microscópica, con base en el modelo de partículas. En los dos últimos años de primaria estudiaste la relación de la temperatura con la salud y el medioambiente, así como su función en los cambios de estado. Hasta este momento la has utilizado como una variable macroscópica que puede ser medida con un termómetro.

### 1. Piensa y responde cada pregunta.

- a) Un alumno entra al laboratorio, que está a una temperatura ambiental de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; dentro hay una mesa de hierro y otra de madera. Enciende el aire acondicionado (figura 6.1) y, después de dos horas, la temperatura ambiental es  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La temperatura de la mesa de hierro es...
- menor que la de la mesa de madera.
  - mayor que la de la mesa de madera.
  - igual que la de la mesa de madera.
- b) ¿Cuál de las siguientes temperaturas es más probable para unos cubos de hielo en el congelador de un refrigerador? (Figura 6.2)
- $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - $5\text{ }^{\circ}\text{C}$
  - Depende del tamaño de los cubos.
- c) Un profesor en el laboratorio de Física hace esta demostración: muestra dos vasos de precipitados de igual forma y tamaño. El vaso A tiene el doble de volumen de agua que el vaso B. Luego, calienta el agua de ambos vasos hasta el punto de ebullición. Por lo tanto, la temperatura del agua en el envase A es...
- mayor que la temperatura del agua del vaso B.
  - igual que la temperatura del agua del vaso de precipitado B.
  - menor que la temperatura del agua del vaso de precipitado.
- d) Cinco minutos después de que el agua empieza a hervir y continúa hirviendo (figura 6.3), la temperatura más probable del agua es...
- $96\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- e) Varios objetos de metal y de madera son colocados dentro de un congelador que se encuentra a una temperatura de  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Después de 24 horas se puede deducir que la temperatura de los objetos de madera es...
- mayor que la temperatura de los objetos de metal.
  - menor que la temperatura de los objetos de metal.
  - igual que la temperatura de los objetos de metal.
- f) Si dos cuerpos intercambian calor es necesariamente porque tienen...
- una diferencia de temperatura.
  - una diferencia de masa.
  - una diferencia de energía.
- Intercambia tus respuestas con alguno de tus compañeros. Discutan sus respuestas.
- De acuerdo con las instrucciones de su profesor, compartan ideas con el resto del grupo.



Figura 6.1 Aire acondicionado



Figura 6.2 Cubos de hielo en el congelador



Figura 6.3 Agua hirviendo

## ➡ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### ¿Es lo mismo calor y temperatura?

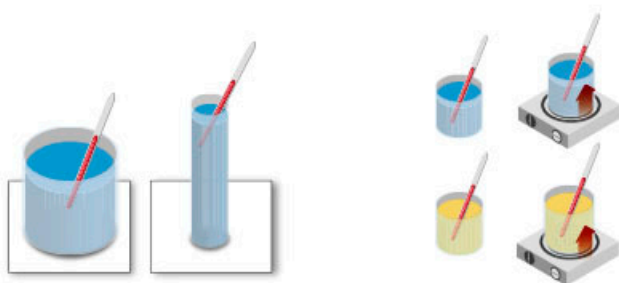
¿Es igual comer una sopa caliente que cuando ya está fría?, ¿cuál es la propiedad que la hace más agradable? La mezcla es la misma pero al transmitirle energía en forma de calor adquiere una temperatura que la hace más agradable al paladar.

#### 2. Observa las figuras 6.4 y 6.5 y responde la siguiente pregunta.

a) ¿Qué requiere un cuerpo o sustancia para cambiar su temperatura?

👉 Socializa tu respuesta.

Cuando calentamos la sopa, le transferimos energía y a este intercambio le llamamos *calor*. Si un objeto recibe calor, además de cambiar su temperatura, puede modificar otras de sus propiedades, como su tamaño, estado de agregación y hasta composición química. El concepto *calor* se estudiará a mayor profundidad en la secuencia 7.



#### 3. Investiga cuál es la temperatura considerada normal en los seres humanos y si es la misma que la de los perros y los gatos.

👉 Con esta información reflexiona sobre la función de la temperatura en la sensación de agrado/desagrado en los seres vivos.

Las expresiones "calor" y "temperatura" funcionan de manera similar para la comunicación cotidiana; pero es importante diferenciar el significado de estos términos en ciencias del que tienen en el lenguaje común. Esto ya lo hiciste en las secuencias anteriores para los términos *velocidad*, *aceleración*, *fuerza* y *energía*.

La distinción entre los conceptos *calor* y *temperatura* supuso, como en el caso del modelo cinético (secuencia 5), un desarrollo que tomó tiempo. La primera distinción en física se hizo de manera similar a lo que hacemos nosotros: si tocamos un objeto que ha estado al sol, como una piedra, decimos que "está caliente". Al dividir la piedra a la mitad y comparar las sensaciones que nos producen al tacto ambas mitades, diremos que ambos pedazos están igual de calientes; pero si comparamos la piedra que estuvo al sol con una a la sombra, percibimos que la primera está más caliente que la segunda. De esta sencilla explicación deducimos que, aunque dividamos el objeto, existe una propiedad (percibida al tacto como "calor" o "frío") que no cambia cuando el objeto se parte (ambos pedazos nos producen la misma sensación de calor). En cambio, hay otras propiedades del objeto que sí cambian al partirlo; como el peso (cada pedazo pesa menos que la piedra completa) o el volumen (cada mitad ocupa menos espacio que la piedra completa). Una descripción semejante ocurrió en la historia cuando los términos *calor* y *temperatura* aún no se distinguían claramente y se pensaba que el calor era una propiedad de los objetos. Los términos *frío* y *caliente* son relativos, cambian en cada persona. La palabra *calor* se emplea con frecuencia en la vida cotidiana, pero es necesario identificar su significado en física, que no coincide con el uso común. La palabra *temperatura* no se utiliza tan a menudo, salvo en relación con la fiebre.

**Figura 6.4** En los dos recipientes el agua está a la misma temperatura, pero se debió proporcionar más energía en forma de calor al de más volumen para que alcanzara esa temperatura.

**Figura 6.5** Si colocas el mismo volumen de agua y aceite en dos recipientes y los pones al fuego durante el mismo tiempo, observarás que la temperatura final es distinta, aunque la energía proporcionada en forma de calor haya sido igual.

#### #DATO

Las unidades de medida son fundamentales para distinguir la temperatura del calor; mientras que la primera se puede expresar en grados Celsius, en grados Fahrenheit o en kelvin, el calor se mide en Joules (J), cuya unidad hace referencia a energía.

## ¿Son tus manos buenos sensores de temperatura?

El propósito de esta actividad es que valores el empleo de nuestro sentido del tacto para estimar la temperatura de los objetos.

### Materiales

- Tres recipientes en los que quepan tus manos
- Igual cantidad de agua tibia, agua a temperatura ambiente y agua con hielo

### Predicción

1. ¿Es posible que con tus manos puedas comprobar siempre con certeza que un objeto está a mayor temperatura que otro?

### Desarrollo

2. Pon el agua a diferentes temperaturas en cada uno de los recipientes.
3. Mete una de tus manos en el agua tibia y la otra en el agua fría.
4. Después de un rato, coloca ambas manos en el recipiente con agua a temperatura ambiente.

### Análisis de resultados

1. ¿Qué sientes al meter las manos en el mismo recipiente después de que han estado una en agua fría y otra en agua tibia?
2. ¿Resulta confiable nuestro tacto para medir la temperatura?
3. Discute con tus compañeros qué características debe tener un instrumento que mida la temperatura.

## Termómetros y escalas termométricas

La noción de temperatura tiene su origen en nuestras sensaciones de calor y frío. A través del tacto distinguimos objetos que están más fríos o más calientes que nosotros, pero no podemos asignarles un valor de temperatura. Para esto necesitamos un instrumento de medida que nos proporcione un número y una unidad. Para avanzar en la ciencia relativa al calor fue necesaria la invención de termómetros que permitirían efectuar experimentos reproducibles cuando los objetos sufrían cambios de temperatura. El **termómetro** es un instrumento que se utiliza para dar un valor a la temperatura del ambiente, de nuestro cuerpo o de algún objeto o sustancia.

Para su construcción se utilizan propiedades de los materiales que varían de forma regular con el cambio de temperatura. Estas propiedades son, por ejemplo, el volumen de los líquidos, la presión de los gases a volumen constante o la resistencia eléctrica de los metales. Todas ellas varían de forma directamente proporcional con el grado de calor; esto quiere decir que aumentan cuando la temperatura sube y disminuyen cuando la temperatura decrece, por tanto, se pueden utilizar para construir un termómetro y asociar cada propiedad con la temperatura. Un ejemplo es el termómetro clínico, puede ser de mercurio, como el que coloca el doctor bajo tus axilas, o digital, que funciona por el cambio de resistencia eléctrica de dos metales (figura 6.6). Para que los termómetros funcionen se cumple un principio muy importante: cuando dos objetos se mantienen en contacto físico durante tiempo suficiente, alcanzan la misma temperatura, es decir, llegan al equilibrio térmico. Al igual que otras propiedades físicas, la temperatura se midió desde mucho antes de que el concepto se comprendiera por completo. El primer instrumento para medir temperaturas del que se tiene registro es el *termoscopio* inventado por Galileo Galilei (1564-1642).



Figura 6.6 Termómetro digital

### #DATO

¿Sabes que todos los humanos tenemos siempre temperatura y esta oscila dentro de un intervalo pequeño, lo cual no es equivalente a decir que siempre tenemos fiebre? Todos los objetos tienen temperatura, aunque los percibamos fríos o calientes.

Este instrumento consistía en una bola de vidrio con un tubo largo y delgado, también de vidrio, soldado a esta. El tubo se introducía en un líquido contenido en una vasija (se dice que Galileo utilizó vino como líquido termométrico) (figura 6.7).

Con el **termoscopio** se podían hacer estimaciones cualitativas de la temperatura considerando la subida y bajada del líquido en el tubo; pero no podían obtenerse medidas precisas, pues carecía de escala.

En numerosos termómetros se utiliza la propiedad de dilatación de los líquidos como indicador de la temperatura. Durante muchos años se utilizaron termómetros con alcohol como líquido termométrico y las escalas dependían de los investigadores (a principios del siglo XVIII se empleaban más de 35 escalas de temperatura). En 1716 Gabriel Daniel Fahrenheit (1686-1736) sustituyó el alcohol por mercurio y en 1724 fijó una escala que lleva su nombre.

#### 4. Construye tu propio termómetro.

🔴 Galileo construyó un termoscopio, y Fahrenheit y Celsius un termómetro. ¿Cuál es la diferencia?

- Busca en libros o en internet cómo construir un termómetro casero.
- Reúnanse en equipo y decidan qué termómetro van a armar. Recuerden que estos no son únicamente de líquidos, también pueden ser de gas. Es indispensable que decidan la forma que utilizarán para calibrarlo.
- Organicen una exposición de termómetros.

En la actividad anterior deben haber visto la necesidad de poner dos puntos de referencia para poder calibrar el termómetro. La determinación de estos puntos y el número de divisiones entre ellos para hacer la escala, produjo a lo largo de la historia una gran variedad de escalas termométricas. Fahrenheit utilizó como punto de referencia para su termómetro la temperatura corporal de su propio cuerpo en 100 °F, y la de agua con hielo y sal de cloruro de amonio en 0 °F. Fijó como tercer punto de referencia el punto de congelación del agua que comprobó era de 32 °F. Su escala resultó tan precisa que pudo darse cuenta de que las temperaturas de fusión y ebullición de los materiales son puntos de referencia ideales. Antes de la medición, él no pensaba que el punto de ebullición era una constante de los materiales para una presión determinada.

La gran importancia de la **escala Fahrenheit** es que fue la primera con puntos de referencia constantes. El punto de ebullición del agua a nivel del mar correspondió a 212 °F. Entre el punto de congelación y el de ebullición del agua hay 180 °F. Ahora se sabe que la temperatura de un ser humano sano es de 98.6 °F (37 °C). La escala Fahrenheit que se utiliza actualmente en Estados Unidos de América difiere un poco de la original.

En 1742, Anders Celsius (1701-1744) propuso una nueva escala termométrica tomando como puntos de referencia, a nivel del mar, el de congelación del agua que fijó como 100 °C y el de ebullición del agua que fijó como 0 °C, es decir, ¡el agua hervía a cero grados!, al contrario de como la conocemos ahora. Linneo propuso la inversión de esta escala tres años después de la propuesta de Celsius.

Cuando Francia introdujo, a finales del siglo XVIII, el sistema métrico decimal, la escala de Celsius, modificada a como la conocemos actualmente, fue la normativa para todo trabajo científico. El tamaño de un grado Celsius y un Fahrenheit es distinto; la **escala Celsius**, conocida mejor como *centígrada*, es la más fácil de manejar (figura 6.8).



Figura 6.7 Termoscopio florentino

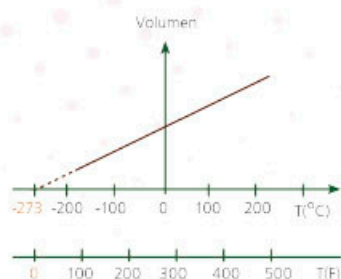


#DATO

La escala Celsius es comúnmente llamada *centígrada*. Una lectura de 36 °C se suele pronunciar como treinta y seis grados centígrados en lugar de treinta y seis grados Celsius. Anders Celsius propuso la escala que lleva su nombre, pero, como de 0 a 100 hay cien divisiones, se le comenzó a llamar centígrada; sin embargo, cualquier escala puede ser dividida en cien partes, por lo que es más adecuado referirse a los grados Celsius.



Figura 6.8 Este termómetro muestra las temperaturas en grados Celsius y Fahrenheit, que son las escalas utilizadas en la actualidad.



**Figura 6.9** Obtención teórica del cero absoluto

**#DATO**

Existe una relación matemática entre la escala Celsius y la Kelvin dada por  $TK = TC + 273$ , donde TK representa la temperatura en Kelvin y TC la temperatura en grados Celsius. Las temperaturas medidas en escala Kelvin carecen del símbolo de grado ( $^{\circ}$ ), por lo que  $36^{\circ}\text{C}$  se lee como “treinta y seis grados Celsius”, pero  $36\text{ k}$  se lee “treinta y seis kelvin”.

Se tiene una última escala, llamada **Kelvin**. Esta escala se debe a Lord Kelvin, cuyo verdadero nombre era William Thomson (1824-1907). En 1848 propuso una escala basada en la Celsius (los grados Kelvin y los Celsius son del mismo tamaño). No encontró esta escala experimentalmente, sino que la calculó. Había observado que cuando se enfriaba un gas, su volumen disminuía en forma proporcional. Con esto en mente, Kelvin extrapoló la línea que se obtiene al graficar el volumen contra la temperatura hasta hacerla cruzar con el eje horizontal y obtuvo un valor de  $-273.16^{\circ}\text{C}$  (figura 6.9).

Este punto, volumen igual a cero, significa que el gas desaparece físicamente y, por supuesto, esto es imposible. A pesar de que el punto obtenido por Kelvin no tiene sentido físico, eligió el valor de cero de su escala (0 K) y lo interpretó como el límite inferior, **cero absoluto**, más allá del cual la temperatura no puede bajar más. Hasta ahora no se han podido obtener temperaturas menores a  $0.00000005\text{ K}$ , por lo que el cero absoluto sigue siendo un valor teórico. El Kelvin es la unidad de temperatura en el sistema internacional de unidades. La escala Kelvin es la de uso común en la investigación científica y se le llama también *escala de temperatura termodinámica absoluta*.

Al igual que cualquier unidad patrón del SI, la determinación de una escala de temperatura es un proceso arbitrario; lo importante es que todos conozcan el valor de cada unidad y cómo se mide. Las unidades utilizadas en física no son, por lo general, constantes dadas por la naturaleza, sino medidas fijadas de modo arbitrario para hacer mediciones. Aunque la escala Kelvin es la aceptada por el SI, en la vida diaria se utiliza la centígrada a escala mundial, con excepción de EUA que utiliza la Fahrenheit.

### Equilibrio térmico

El concepto *equilibrio* es muy importante en ciencias, pero resulta complicado, ya que normalmente ponemos atención y nos parece significativo cuando algo cambia, no cuando está en equilibrio.

#### 5. Reflexiona las siguientes preguntas y, después, socializa tus respuestas.

- a) ¿Qué pasa con la temperatura de una taza de café caliente después de unas horas? ¿Y con la temperatura de una botella de agua fría después de unas horas de dejarla sobre la mesa?

En ambos casos el café o el agua después de un tiempo estarán a temperatura ambiente. Un cuerpo caliente aumenta la temperatura de los cuerpos que lo rodean, mientras que un cuerpo frío provoca una disminución de temperatura a su alrededor; sin embargo, la masa de aire que rodea en este caso al café y el agua es mucho mayor, por eso la temperatura final del aire prácticamente no se altera, pero es notorio el cambio en el café y en el agua.



## EXPERIMENTA

### ¿Puede hervir el agua en un vaso de papel?

El propósito de esta actividad es que pongan a prueba, en equipo, ideas sobre temperatura y equilibrio térmico, y comprueben si en algo que se quema tan fácilmente como el papel se puede poner agua a hervir.

#### Material

- Cono de papel, charolita de papel
- Llama (mechero, encendedor, vela o parrilla)
- Pinzas para sostener el vaso en caso necesario

## Predicción

Antes de realizar el experimento, lean todas las instrucciones e indiquen: al poner al fuego el vaso de papel, ¿arderá?, ¿en cuánto tiempo?

## Desarrollo

1. Pongan el agua en el vaso o charolita de papel.
2. Colóquenlo sobre el fuego (tal vez sea necesario sostenerlo con unas pinzas) y observen.
3. Medidas de seguridad: siempre que se trabaja con fuego hay que extremar precauciones, asegúrense con su profesor de que no corren riesgo antes de poner el vaso al fuego.

## Variantes

4. En vez del cono de papel, utilicen un globo inflado al que le introduzcan un poco de agua.
  - Predigan cuánto tarda antes de explotar.
5. Envuelvan un objeto metálico con papel (moneda, clavo, etc.) teniendo cuidado de que el papel quede en contacto con el metal.
  - ¿Se quema el papel?

## Comunicación

6. Discutan con sus compañeros los resultados y hagan una presentación para el resto del grupo. Expliquen sus conclusiones.

## Análisis de resultados

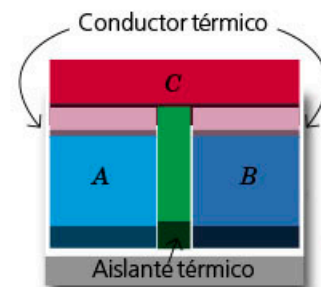
1. ¿Se quemó el papel?, ¿llega a hervir el agua?  
¿Por qué? (para complementar su respuesta, investiguen la temperatura de ebullición del agua en su localidad y la de combustión del papel).
2. ¿Qué características debe tener un instrumento que mida la temperatura?

En términos físicos podemos afirmar que, cuando dos sustancias a diferentes temperaturas se encuentran en contacto térmico, se produce entre ellas un intercambio de energía que tiende a crear el **equilibrio térmico**. Este equilibrio se produce cuando se iguala la temperatura de ambas. Como el intercambio de energía es proporcional a la diferencia de temperaturas de los cuerpos, en la medida en que las temperaturas se acercan, el proceso se hace más lento hasta que cesa el flujo de calor.

Para llegar a esta conclusión los científicos tardaron mucho tiempo, tanto que para cuando fue formulada, ya existían la primera y la segunda ley de la termodinámica (que estudiarás más adelante). Sin embargo, la conclusión a la que acababan de llegar ayudaba a entender las otras dos leyes; por eso se le dio el nombre de **ley cero de la termodinámica**, la cual establece que cuando dos cuerpos están en equilibrio térmico con un tercero, estos están en equilibrio térmico entre sí (figura 6.10).

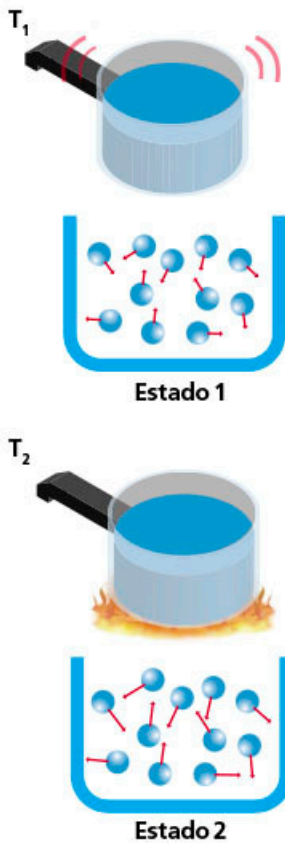
La información anterior te permite explicar por qué no se quema el papel y el globo no explota, al mismo tiempo que es posible hacer hervir el agua. Las temperaturas de combustión tanto del papel como del látex son superiores a la temperatura de ebullición del agua; por lo tanto, el calor que se le está proporcionando al sistema con el fuego no logra aumentar la temperatura del papel o el látex porque durante todo el proceso el sistema se está equilibrando y la temperatura máxima que puede alcanzar es la de ebullición del agua, la cual es inferior a las temperaturas de combustión de los otros dos materiales.

Para que un termómetro mida la temperatura se requiere que alcance el equilibrio térmico con lo que va a medir; por lo tanto, debe estar en contacto con el material al que se quiere medir la temperatura. Esto es porque el termómetro adquiere la misma temperatura del material medido, por lo que suele ser de una masa mucho



**Figura 6.10** Si los cuerpos A y B están en equilibrio térmico con C, estarán en equilibrio térmico entre sí, aun que no estén en contacto.





**Figura 6.11** A mayor velocidad promedio de las partículas, la temperatura es mayor.

menor que la del material cuya temperatura se quiere conocer, por lo que en el proceso de alcanzar el equilibrio térmico la medida resultante es muy cercana a la que tenía el sistema antes de poner el termómetro. Esto quiere decir que, cuando medimos la temperatura, en realidad estamos viendo la temperatura del termómetro, pues este y el objeto que se quiere medir están en equilibrio térmico.

Por ejemplo, si introducimos un termómetro de mercurio en un vaso con agua caliente, dado que la cantidad de mercurio que contiene el termómetro es muy pequeña comparada con la cantidad de agua en el vaso, la temperatura final del termómetro y del vaso (a esto lo llamamos sistema) variará muy poco respecto a la temperatura inicial del vaso con agua. Por lo tanto, el termómetro mide la temperatura del agua y también la propia pues el sistema está en equilibrio térmico, es decir, tanto el agua como el termómetro están a la misma temperatura. Se dice que dos objetos alcanzan el equilibrio térmico cuando, al estar inicialmente a distinta temperatura, se ponen en contacto y después de un tiempo el objeto caliente se enfría y el frío se calienta, de forma que llegan a la misma temperatura final.

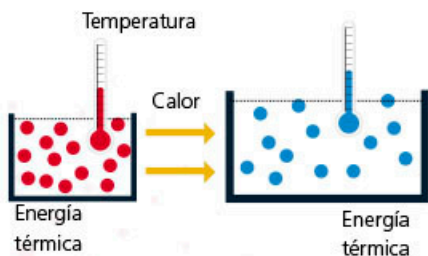
El equilibrio térmico entre dos sistemas o entre las partes de un mismo sistema se presenta cuando la energía se ha distribuido de manera uniforme y la temperatura del sistema es igual en cada punto del mismo. Esto significa que ya no hay flujo de energía entre el objeto y el termómetro, es decir, el calor es cero. A partir de esto se puede definir el concepto *temperatura* como la propiedad que adquiere el mismo valor cuando dos o más sistemas se encuentran en equilibrio térmico. Dos cuerpos están en equilibrio térmico si, al ponerlos en contacto, ninguno de ellos muestra cambio en sus propiedades.

### La temperatura en el modelo cinético de las partículas

Anteriormente insistimos en que la temperatura es una propiedad macroscópica que podemos cuantificar por medio de un instrumento llamado *termómetro*, y no depende de la cantidad de masa. Cuando se desarrolló el modelo cinético de las partículas ya había mucho conocimiento acerca del comportamiento de los gases. Parte del éxito de este modelo fue que podía explicar en términos de partículas las variables que caracterizan a un sistema. El estado de agregación de los gases depende de la presión, volumen, masa y temperatura. Estas cuatro variables están relacionadas entre sí, como podrás ir viendo paulatinamente durante este curso y el de Química del próximo ciclo.

#### 6. Observa la figura 6.11 y responde las siguientes preguntas.

- ¿Qué diferencias observas entre ambos estados?
  - ¿Qué significan las flechas representadas en las partículas en ambos sistemas?
  - ¿Cómo será la temperatura 2 ( $T_2$ ) con respecto a la temperatura 1 ( $T_1$ )?
- 👉 **Compara tus respuestas con las de tus compañeros y logren un acuerdo.**



**Figura 6.12** El objeto de mayor temperatura proporciona calor al de menor temperatura, por lo que la velocidad promedio de las partículas en ambos objetos se modifica.

Con base en el modelo cinético de las partículas se sabe que la temperatura está directamente relacionada con la velocidad promedio de átomos o moléculas que conforman un sistema, específicamente con la energía cinética de las partículas. La **temperatura** es un concepto estadístico que solo tiene sentido cuando se trata de un cuerpo compuesto por muchísimas partículas, pues no se puede hablar de la temperatura de una molécula o de un átomo. De esta manera el modelo cinético nos permite explicar comportamientos macroscópicos de una sustancia al considerar en conjunto a todas las partículas que lo conforman (figura 6.11).

El cambio de temperatura de un cuerpo o sistema surge cuando este tiene contacto térmico con otro que se encuentra a una temperatura diferente (figura 6.12);



#TIC TAC

Acude a [redir.mx/SSPCF2-089a](http://redir.mx/SSPCF2-089a) donde encontrarás una simulación de un gas.

entonces, el de mayor temperatura, y por lo tanto mayor velocidad promedio de sus partículas, proporciona energía en forma de calor al cuerpo que estaba a menor temperatura, y poco a poco la velocidad promedio de las partículas de este segundo sistema se va igualando a la del primero (las partículas en ambos llegan a tener la misma velocidad promedio). Si calentamos hasta el punto de ebullición dos recipientes con distinta cantidad de agua, la velocidad promedio de las partículas en ambos recipientes será igual, así como la temperatura alcanzada por el agua, pero el tiempo que tardaron en llegar a esa temperatura dependerá de la cantidad de agua (masa) que se haya puesto en cada recipiente, por lo que el calor proporcionado a cada recipiente será distinto. Revisa nuevamente las figuras 6.11 y 6.12 de la página 88. El **calor** (concepto que analizarás con profundidad en la siguiente secuencia) es la cantidad de energía proporcionada al sistema; por su parte, la temperatura es el valor obtenido en el termómetro y se relaciona con la velocidad promedio de partículas.

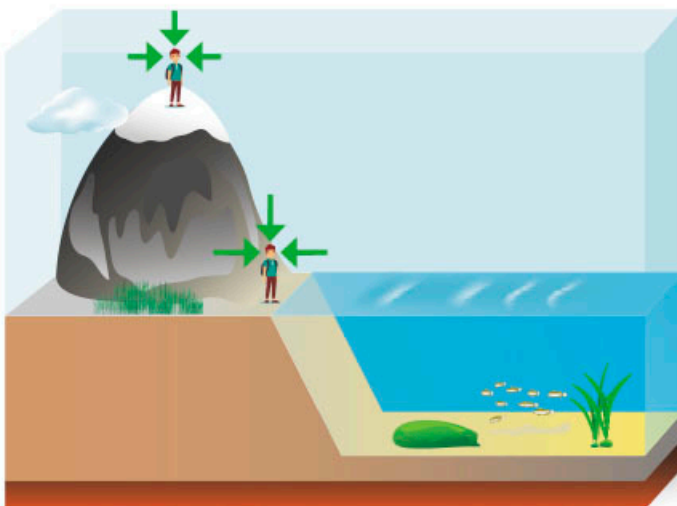
### La temperatura y la presión atmosférica

Se llama **presión atmosférica** a la fuerza, por unidad de superficie, que ejerce la masa del aire de la atmósfera sobre la Tierra. Aunque no lo percibamos, sobre nosotros hay una columna de aire que es mayor a nivel del mar y menor en las montañas (figura 6.13). No lo percibimos porque sobre todo nuestro cuerpo, en todas direcciones, actúa la presión atmosférica. Te puedes dar cuenta de este cambio de presión cuando viajas por una carretera y te zumban los oídos o se te tapan.

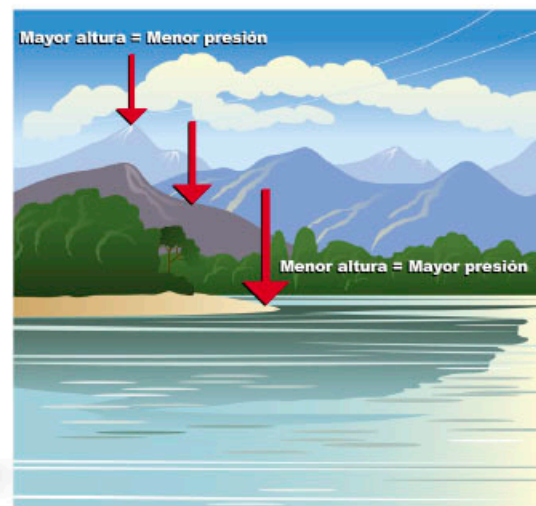
La presión en un gas ( $p$ ), como la atmósfera, depende de la temperatura ( $T$ ) y del volumen del aire ( $V$ ), además de la cantidad de gas que tengamos, que se relaciona con la constante de proporcionalidad  $K$ .

$$pV = KT$$

La evaporación y la ebullición son dos fenómenos que se confunden con frecuencia. La primera es un fenómeno superficial en el que algunas partículas llegan a tener suficiente energía cinética y escapan del líquido. La ebullición, por otro lado, consiste en un cambio de estado de agregación, de líquido a gas. La temperatura a la que ocurre depende de la presión atmosférica, relacionada con la altura respecto al nivel del mar (figura 6.14) a la que se encuentra el líquido, por ejemplo, el agua hierve a 100 °C a nivel del mar, pero si se aumenta la altura sobre el nivel del mar, el agua hierve a una temperatura menor.



**Figura 6.13** Diferencia de la presión atmosférica con la altura. Date cuenta de que la presión actúa sobre el cuerpo en todas direcciones.



**Figura 6.14** Relación entre la altura y la presión atmosférica

El punto de ebullición del agua depende de la presión atmosférica a la que esté sujeta y disminuye con la altitud con bastante regularidad. Así, al ir aumentando la altura sobre el nivel del mar, el punto de ebullición del agua va disminuyendo: para cada 300 metros de altura la temperatura de ebullición del agua se reduce en 1 °C (tabla 6.1).

Localidad	Altura sobre nivel del mar (m)	Temperatura de ebullición (°C)
Nivel del mar	0	100
Ciudad de México (México)	2 250	95
La Paz (Bolivia)	3 900	89.6
Monte Everest (China y Nepal)	8 500	76.5

**Tabla 6.1** Relación entre altura sobre el nivel del mar y temperatura de ebullición del agua.



## EXPERIMENTA

### ¿Puede hervir el agua al enfriar el recipiente en el que está?

El propósito de esta actividad es que, en equipo, relacionen la evaporación del agua con la presión a la que está sujeta, no sólo con la temperatura.

#### Material

- Matraz de vidrio Pyrex, de preferencia de balón
- Tapón de hule que permita cerrar herméticamente el matraz
- Mechero o parrilla
- Trapo húmedo o hielo
- Guante de asbesto o agarradera de cocina
- Lentes de protección

#### Predicción

En los párrafos anteriores se dijo que a diferente altura sobre el nivel del mar, la temperatura de ebullición del agua varía (a mayor altura, menor temperatura). Indiquen: ¿puede hervir el agua al enfriar el recipiente en el que está?

Expliquen por qué piensan que sí es posible o que no es posible que el agua pase de líquido a gas cuando, en vez de aumentar la temperatura del agua, esta va disminuyendo.

#### Medidas de seguridad

Siempre que se trabaja con fuego hay que extremar precauciones. Asegúrense con su profesor de no correr riesgo antes de encender el fuego. Por ejemplo, para este experimento solo se puede utilizar vidrio que sea Pyrex.

#### Desarrollo

1. Pongan a hervir un poco de agua en un matraz de balón Pyrex. Una vez que esté hirviendo quitenla del fuego y coloquen el tapón (observarán que cesa la ebullición).
2. Tomen el matraz e inviertánlo. Utilicen un guante de asbesto y lentes de protección. En la otra mano tengan listo un trapo húmedo o un poco de hielo y pónganlo en la base del matraz como se observa en la figura 6.15.



**Figura 6.15** Agua en proceso de ebullición sin fuente de calor

### Análisis de resultados

1. Describan lo que observaron en el agua. Expliquen por qué consideran que sucede esto.
2. ¿Cambió la temperatura del trapo húmedo?, ¿qué le sucedió al hielo?
3. Discutan y expliquen de qué están hechas las burbujas que se forman en el agua cuando esta alcanza su punto de ebullición.

### Presentación de resultados

Entre todos los equipos organicen un foro grupal para explicar, con base en la teoría cinética molecular, por qué es posible que ocurra el fenómeno observado.

## Variante de material, si no cuentan con laboratorio

### Material

- Botella de plástico rígido, como la de las bebidas energéticas
- Tapa de la botella que cierre de forma hermética (no debe gotear líquido)
- Horno de microondas
- Agarradera de cocina

### Desarrollo

1. En un horno de microondas, pongan a hervir un poco de agua en la botella de plástico; es más fácil si la acuestan.

2. Una vez que esté hirviendo, abran el horno y pongan la tapa de inmediato. Podrán observar que cesa la ebullición de manera momentánea.

### Análisis de resultados

1. Discutan entre ustedes y describan lo que ocurre con la botella y el agua.
2. ¿Funciona igual si se pone agua hirviendo en la botella?
3. Expliquen por qué sucede esto.
4. Expliquen de qué están hechas las burbujas que se forman en el agua cuando esta alcanza su punto de ebullición.

### Presentación de resultados

Entre todos los equipos, organicen un foro para explicar, con base en la teoría cinética molecular, por qué es posible que ocurra el fenómeno observado.

Expliquen por qué es igual o distinto el resultado si se pone el agua a hervir en la botella o si se le echa agua hirviendo.

## Relación de presión y temperatura a volumen constante

Acabas de ver que la presión atmosférica ejercida sobre un líquido, como el agua, modifica la temperatura a la que esta alcanza su punto de ebullición. ¿Tiene esto alguna utilidad práctica? A mayor altitud, la presión es menor y la temperatura de ebullición también, por lo que los alimentos tardan más en cocerse. En consecuencia, lo contrario también será cierto: si aumenta la presión también aumenta la temperatura de ebullición y los alimentos se cocerán más rápido.

**Figura 6.16** Válvula para controlar la presión en una olla exprés



Esto es lo que ocurre en una olla exprés u olla a presión. Debe tenerse en cuenta que el agua en estado de vapor ocupa más volumen que en estado líquido, ya que las moléculas se mueven mucho más.

Así, si la olla se cierra de forma hermética el vapor hace cada vez mayor presión sobre el agua y, por tanto, el punto de ebullición es

también cada vez mayor. Debido a que la temperatura del agua es muy elevada, los alimentos se cocinan más rápido. En el interior de la olla el líquido está en equilibrio con su vapor a una temperatura mayor a 100 °C. Por seguridad, no se deja que la presión aumente demasiado, de forma que la temperatura de ebullición puede llegar a 120 °C; como consecuencia, los alimentos se cocerán más rápido y no quedarán rescos, pues en la olla siempre hay agua líquida.

La presión se controla con una válvula de escape (figura 6.16). Si no tuviese la válvula para descomprimir la presión, la olla explotaría. Hay que tener en cuenta que la temperatura que llegue a alcanzar el agua dependerá de la calidad de la olla (mayor resistencia o menor presión) y de la altitud del lugar. Evidentemente la presión en el interior de la olla se ejerce en todas direcciones, no solo sobre la superficie del líquido, esto hace que dichas ollas tengan que manejarse con mucha precaución. En todas ellas se dice que para enfriarlas no se deben poner bajo un chorro de agua fría, sino que se dejen enfriar a temperatura ambiente.

### 7. ¿Puedes explicar esta medida de seguridad haciendo uso del modelo cinético?

- Busca la información en distintas fuentes para contestar esta pregunta.
- Analiza tus opiniones con el grupo.

#TIC TAC



Simulación que te puede ayudar a comprender el funcionamiento de presión y temperatura en [redir.mx/SSPCF2-092a](http://redir.mx/SSPCF2-092a).

## ➔ MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

### 8. Retoma las preguntas que respondiste en la sección inicial de la secuencia.

- Junto con dos compañeros, analicen las respuestas que cada uno dio. Discutan cuáles serían las respuestas en función de lo que han visto.
- Redacten en sus cuadernos las nuevas respuestas, pongan el énfasis en por qué modifican las anteriores.
- Pidan a su profesor que las revise.

### 9. Analiza los avances personales en conocimiento y actitud que hayas conseguido mediante tu trabajo en esta secuencia.

- Haz una tabla en la que contrastes lo que ya sabías, las ideas que has modificado y qué cuestiones nuevas has aprendido.

### 10. Piensa las siguientes preguntas y discute las posibles respuestas con tus compañeros.

- ❏ Busquen la información que requieran en libros o en la red y escriban en sus cuadernos la opción que consideren correcta. Expliquen la razón física y utilicen el modelo de partículas para la argumentación.
- a) Una persona dice que para que el té esté bueno se tiene que utilizar agua hirviendo, y que si estuviera en una montaña no lo podría hacer porque a grandes alturas el agua no hierve. ¿Cuál de las siguientes sería tu respuesta?

  - El agua siempre hierve a la misma temperatura.
  - El agua en la montaña hierve a menor temperatura que al nivel del mar.
  - En la cima el agua no llega a su punto de ebullición.
- b) Supón que sacas de un refrigerador una lata de refresco y una botella de plástico de la misma bebida. Ambos han estado refrigerados desde la noche anterior. Rápidamente mides la temperatura sumergiendo un termómetro en el líquido de la botella de plástico y encuentras que es de  $5^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál será la temperatura del refresco que está en la lata?
- c) En una habitación cerrada que se encuentra a  $20^{\circ}\text{C}$  no hay corrientes de aire ni incide el sol directamente en ninguna parte; hay unos sillones, una alfombra que cubre parte de unos mosaicos brillantes, una mesa de metal con cubierta de vidrio y un gato dormido en uno de los sillones.

  - ¿A qué temperatura aproximada se encuentra cada uno de los objetos?
  - ¿Es posible que todo, excepto el gato, esté a la misma temperatura?
- d) Charles Darwin escribió que durante una expedición a los Andes trataron de cocer papas y "después de hervir varias horas, estaban tan duras como al principio. La olla se dejó al fuego toda la noche, pero las patatas no se cocían... mis dos compañeros discutían la causa, habiendo llegado a la conclusión de que la olla estaba maldita y había decidido no cocer las patatas".

  - Explica por qué sucedió esto y argumenta si la conclusión de los compañeros de Darwin es o no correcta.
  - ¿Qué solución darías para cocinar las patatas?

**11. Forma equipo con tus compañeros. Intercambien ideas acerca de las siguientes situaciones. Si requieren más información, búsquenla en libros o en internet.**

- ❏ Elaboren sus respuestas utilizando en la explicación el modelo cinético de las partículas, y escribanlas en su cuaderno.
- ❏ Tomen en cuenta que todas las situaciones propuestas están relacionadas con la vida cotidiana.
- a) ¿Por qué no se pueden hacer "montoncitos" de agua?, ¿por qué no se puede cortar el agua en pedazos?
- b) ¿Por qué no es posible llenar un cajón con naranjas, sin dejar espacios vacíos?
- c) Si tenemos un gas en un recipiente cerrado en el que podemos medir la presión, y hacer que no cambie el volumen, ¿existe alguna relación entre la temperatura del gas y la presión? Esto es, si aumenta la temperatura, ¿cambia la presión? Haz un dibujo para explicarlo.
- d) ¿Por qué se debe evitar la exposición al calor de una lata de refresco o un recipiente de aerosol?
- e) Explica por qué cuando tenemos una pelota de ping-pong abollada, basta con meterla en agua caliente para que recupere su forma.
- f) ¿El tamaño de las partículas que forman un cuerpo cambia cuando se dilata?



**#FUENTE**

Conoce la historia completa del problema de Darwin con las papas y más en [redir.mx/SSPCF2-093a](http://redir.mx/SSPCF2-093a).



**#TIC TAC**

Mira esta animación sobre la ley de Charles en [redir.mx/SSPCF2-093b](http://redir.mx/SSPCF2-093b).

**Eje:** materia, energía e interacciones

**Tema:** energía

**Aprendizaje esperado:** analiza el calor como energía. Describe los motores que funcionan con energía calorífica, los efectos del calor disipado, los gases expelidos y valora sus efectos en la atmósfera.



**Figura 7.1** ¿Qué ocurre con las moléculas de la mano de la mamá?



**Figura 7.2** Emisión de gases residuales por la industria



**Figura 7.3** Sequía extrema

## ➔ MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia identificarás el calor como una forma de energía y reconocerás las condiciones para que se presente flujo de calor. Explorarás maneras en que este puede aprovecharse mediante motores térmicos y qué sucede cuando se disipa.

1. Intercambia ideas con tus compañeros y respondan a las siguientes situaciones.

### Situación A: calor y temperatura

- De seguro en más de una ocasión han saboreado un helado (o una nieve). Imaginen que, sin querer, se les cae sobre una mesa de madera. Describan qué sucede con el helado. Expliquen por qué.

### Situación B: energía calorífica

¿Alguna vez han tenido gripe? Es muy probable que hayan vivido una situación como esta: inician con malestar general, ojos llorosos y ardor de garganta. Cuando llegan a casa, su mamá o papá los ve, inmediatamente toca su frente y exclama: "¡fiebre!". Toma el termómetro y lo pone bajo su axila para que, después de algunos minutos lo retire y señale con preocupación: "tienes 39 °C de temperatura". Dice entonces: "Acuéstate, pero antes cierra las ventanas para que no te entre el frío. Ahora voy por agua caliente para darte un baño de pies".

- ¿Qué sucede con las moléculas de la mano de su mamá cuando toca su frente? (Figura 7.1)
  - ¿Qué le ocurre al mercurio que se encuentra en el interior del termómetro? Expliquen.
  - ¿En algún momento el termómetro y tu axila se encuentran en equilibrio térmico? Expliquen.
  - ¿Qué es el frío?, ¿y el calor?
  - Cuando metes tus pies en agua caliente, ¿qué sistema cede energía?, ¿qué sistema recibe energía?
- Validen sus respuestas con sus compañeros.

### Situación C: efectos de la contaminación y el calentamiento global

- Observen las figuras 7.2 y 7.3.
- Describan lo que se presenta en ellas.
- Organicen un debate, con la guía del profesor, acerca de cómo piensan que las actividades del ser humano afectan a la atmósfera y al clima.

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### Calor: ¿desde cuándo?

2. A Herón de Alejandría (siglo I a. n. e.) se le atribuye el diseño de las puertas de un templo que abrían automáticamente.
  - Observa un posible esquema de este mecanismo en la figura 7.4.
  - Intercambia ideas con tus compañeros y expliquen cómo piensan que funcionaba.

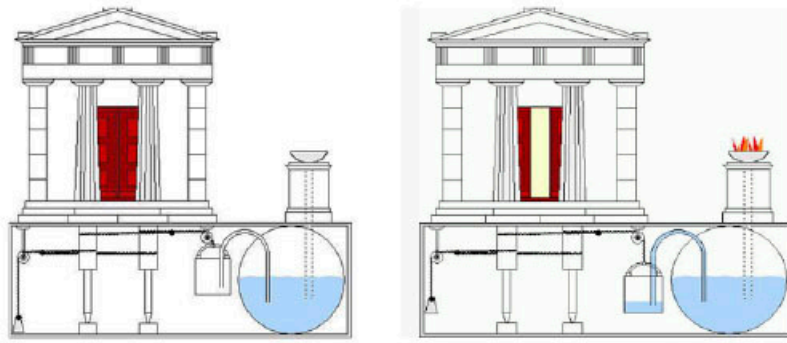


Figura 7.4 Esquema de puertas automáticas de la antigua Grecia

Las aportaciones de la cultura griega en torno al calor, como ocurrió con la mecánica, persistieron durante cientos de años y fue hasta el siglo XVIII que el escocés Joseph Black, pionero en el estudio de la *temperatura* y el *calor*, hizo una distinción formal entre estos dos conceptos. Este investigador propuso que el calor era un fluido al que llamó **calórico**. Lo describió como un fluido elástico que se expande por el espacio, está conformado por partículas que se repelen unas a otras y se asocia con el cambio de temperatura. Es posible almacenarlo, se conserva y tiene peso.

En 1798, Benjamin Thompson (conde de Rumford), al hacer experimentos sobre el calórico descrito por Black, obtuvo resultados que lo desconcertaron. Midió el aumento de temperatura que se produce cuando una broca hace el orificio de un cañón militar. Para estimar la cantidad de calórico, sumergió la broca y el cañón en agua y tomó lecturas de su temperatura durante el taladrado. Encontró que, aunque la broca giraba y no cortaba el metal del cañón, solo por la fricción entre ambos, había aumento de temperatura (y calórico) en el agua que los rodeaba.

Su sorpresa se presentó cuando se dio cuenta de que, si mantenía girando la broca rozando con el metal, podía producir calórico de manera indefinida. Esto contravenía las propiedades descritas por Black en el sentido de que el calórico se conserva y se almacena. Finalmente, Thompson concluyó que el aumento de temperatura del agua se debía al trabajo mecánico de la broca y no a la presencia de calórico. Esta idea lo encaminó hacia la relación cuantitativa entre el trabajo mecánico y el calor, que con el tiempo hizo que se abandonara el calórico.

Unos cincuenta años después, James Prescott Joule hizo varios experimentos para establecer las equivalencias entre diversas formas de energía.

Uno de los más conocidos se muestra en la figura 7.5. Dentro de un recipiente aislado colocó cierta cantidad de agua e introdujo unas paletas que giraban cuando las pesas de los costados caían y las hacían girar. La energía potencial gravitatoria de las pesas se convertía, mediante trabajo, en energía cinética en las paletas. Estas agitaban el agua y, al calentarla por rozamiento, aumentaban su temperatura. Con cuidado y rigor en sus investigaciones, Joule hizo mediciones de la relación entre el trabajo mecánico obtenido al caer las pesas y la energía térmica comunicada al agua, con sus resultados determinó el equivalente mecánico del calor.

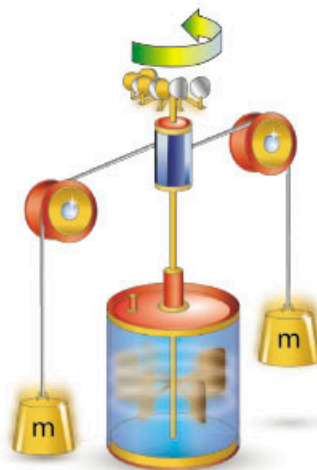


Figura 7.5 Experimento de Joule

**#DATO**

Joseph Black (1728-1799), médico, físico y químico escocés, descubrió el dióxido de carbono y propuso los conceptos *calor específico* y *calor latente*. Por su parte, Benjamin Thompson, conde de Rumford (1753-1814), científico e inventor británico, desarrolló diversos termómetros. Su aportación más importante fueron las evidencias para abandonar la teoría del calórico.



## #FUENTE



La anorexia y la bulimia son dos trastornos alimenticios que predominan en los adolescentes que tienen miedo a subir de peso. Los jóvenes que los padecen practican actividades nocivas para su salud, como el ayuno, las purgas, el vómito inducido o el uso de laxantes. Para más información puedes consultar [redir.mx/SSPCF2-096a](http://redir.mx/SSPCF2-096a). Investiga en internet la descripción de los trastornos en la conducta alimentaria. En el buscador de tu preferencia, usa palabras clave como *anorexia* y *bulimia*. Recuerda que lo importante es tener un cuerpo sano, y verte esbelto no necesariamente indica un buen estado de salud. Si tienes problemas de alimentación puedes acudir con un médico o nutriólogo para que con su ayuda puedas enfrentar este problema.

La aportación de Joule hizo que se abandonara en definitiva la idea del calórico, pues sus evidencias experimentales demostraron, sin lugar a duda, la transformación de energía mecánica en calor. Estas investigaciones hicieron que la comunidad científica mostrara gran interés por el estudio y la medición de los fenómenos térmicos, y en 1824 el profesor Nicolas Clément definió por primera vez a la unidad para medir la energía térmica: *caloría*.

Actualmente, la **caloría** se define como la cantidad de energía necesaria para elevar un grado centígrado la temperatura de un gramo de agua (de 14.5 °C a 15.5 °C), a una presión de una atmósfera. Así, se estima que una caloría de energía térmica equivale a 4.18 J de trabajo. Este es el valor encontrado por Joule para el **equivalente mecánico del calor**.

## Calorías en nuestros alimentos

### 3. Formen equipos de tres o cuatro integrantes e intercambien ideas para saber qué alimentos evitar o reducir para no aumentar de peso y por qué.

En nuestro entorno la palabra *caloría* se encuentra muy difundida y se le asocia con el valor nutritivo de los alimentos. Las dietas actuales se basan en el consumo de cierta cantidad de calorías para proporcionar a las personas la ingesta que requieren de acuerdo con sus actividades cotidianas. Una persona que hace ejercicio fuerte requiere una dieta con más contenido calórico que una persona sedentaria. Y, claramente, si alguien desea bajar de peso debe reducir la cantidad de calorías que ingiere en sus alimentos.

Desde el punto de vista de la ciencia, nuestro cuerpo es una máquina que transforma la energía que consumimos en los alimentos en todo lo que hacemos a diario: desde las funciones básicas para la vida, como la respiración y el latido del corazón, hasta actividades que practicamos por gusto, como hacer deporte, ir al cine o platicar con los amigos. Cuando no se logra transformar toda la energía que se consume, entonces esta se acumula en el cuerpo en forma de grasa, que es muy difícil eliminar.

Para las cuestiones relacionadas con el ser humano y con los seres vivos en general, una caloría es una unidad energética muy pequeña. En su lugar se emplea la **kilocaloría**, que equivale a mil calorías. Las leyendas que se muestran en las etiquetas de los alimentos y que presentan solo la abreviatura Cal (con "C" mayúscula), en realidad se refieren a kilocalorías.

### 4. Analiza diversas actividades y su consumo energético para decidir qué actividades te ayudan a estar saludable.

- Revisa la **tabla 7.1**, en la que se incluye cuánta energía, expresada en Cal, se consume en una hora.

Actividad	Consumo de energía (Cal/h)	Actividad	Consumo de energía (Cal/h)
Estar acostado o durmiendo	80	Baile activo	183
Estar sentado	100	Volibol, patinaje	350
Conducir un automóvil	120	Basquetbol recreativo	199

Estar de pie	140	Natación (estilo pecho)	430
Comer	150	Natación (estilo crol)	520
Trabajo casero ligero	180	Futbol americano	530
Caminar a 4 km/h	210	Trotar a 7 km/h	550
Caminar a 6 km/h	300	Baile aeróbico	236
Boliche	120	Cocinar	102
Billar	85	Planchar	77



### #REFLEXIONA

Podemos hacer que nuestra vida sea saludable si nuestra dieta se basa en alimentos nutritivos, bajos en grasa, sodio y azúcares. Cuando nuestra comida tiene más calorías de las que nuestro cuerpo requiere, es necesario hacer alguna actividad física que las consuma para evitar la acumulación de grasa corporal.

#### 5. Analiza la siguiente situación y responde las preguntas.

Considera que comes dos bolitas de helado (250 Cal) con cubierta de chocolate (125 Cal) y que tu dieta normal, sin helado, mantiene tu masa.

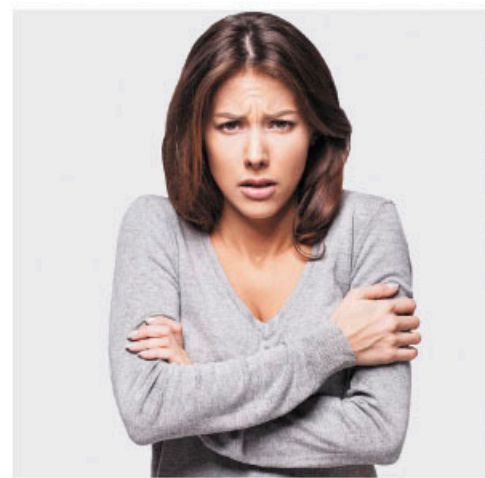
- ¿Con cuántas horas de trabajo casero se gasta esta energía?
  - ¿Qué distancia aproximada tendrías que caminar a 4 km/h?
  - ¿Cuántas horas tendrías que nadar de pecho?
  - Si eliges no hacer ejercicio, ¿cuánta masa ganarías con el helado, si 1 kg de grasa corporal contiene 8 800 Cal de energía?
  - Imagina que consumes un helado similar todos los días de la semana durante tres meses y no haces ejercicio para consumir la energía que proporciona, ¿cuánto peso ganarías?
- 🔴 **Compara tus respuestas con las de tus compañeros.**

### ¿Qué es el calor?

#### 6. Recupera tus experiencias e intercambia ideas con tus compañeros.

- Escribe en tu cuaderno un párrafo breve en el que digas qué piensas que es el calor.
  - Después, escribe otro párrafo sobre qué es el frío.
- 🔴 **En grupo, comparen sus respuestas y lleguen a un acuerdo sobre las definiciones que hicieron.**

En la unidad anterior tuviste una experiencia con tus manos al poner una en agua fría, otra en caliente y después ambas en agua templada, e identificaste que en una percibías el agua como caliente y en la otra como fría. Así, tuviste evidencia de que los términos *caliente* y *frío* son relativos. Habrás notado, por ejemplo, que para una persona su café puede estar caliente, mientras que para otra no lo está; de igual manera una persona puede sentir frío (figura 7.6) y ponerse un suéter mientras que otra no lo siente. Aunque nuestros sentidos nos ayudan a identificar la temperatura de un objeto, no precisan su magnitud ni pueden hacer comparaciones con otras personas.



**Figura 7.6** Una persona puede sentir frío y otra puede no percibirlo.

En física se dice que dos sistemas están en contacto térmico si pueden intercambiar energía en forma de calor. El contacto térmico no requiere necesariamente de un contacto físico entre los sistemas.

La temperatura corporal promedio es de  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; sin embargo, varía dependiendo de la zona donde hagamos la medición. El valor anterior corresponde a zonas como la axila o el interior de la boca y en la medicina se reportan variaciones normales de  $0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$  por encima o por debajo de este valor.

La fiebre se define como una temperatura superior a los  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y la hipotermia es una condición de temperatura corporal baja menor a  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

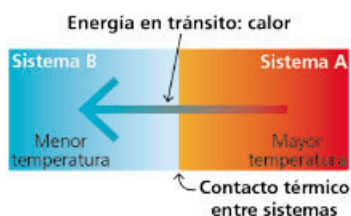


Figura 7.7 El calor es energía en tránsito.



Figura 7.8 Esquema de la energía cedida por el aire



Figura 7.9 El baño maría es una forma de calentar alimentos que se emplea con mucha frecuencia.

Calor, frío y temperatura son conceptos que se emplean en la vida cotidiana para describir propiedades que sentimos en los objetos que nos rodean. Y la forma en que los empleamos en las explicaciones de todos los días difiere, en general, de la forma en que se les concibe en la ciencia.

A diario percibimos temperaturas diferentes, así como cambios en ellas. Calentamos agua para el café, nos frotamos las manos para calentarnos, ponemos hielo al refresco antes de tomarlo, metemos alimentos en el refrigerador. El cambio de temperatura sucede cuando un cuerpo o sistema se pone en contacto térmico con otro que se encuentra a diferente temperatura. Entonces, el que tiene mayor temperatura cede energía al que la tiene menor. Este proceso de transferencia recibe el nombre de **calor** (figura 7.7).

Un cuerpo o sistema tiene diferentes tipos de energía, al sumarlos se obtiene su **energía interna**. Cuando una parte de ella pasa a otro cuerpo o sistema de menor temperatura, durante su traslado recibe el nombre de **calor**. El calor es específicamente *energía en tránsito*; por ejemplo, cuando una porción de helado cae sobre una mesa, el aire circundante, que se encuentra a mayor temperatura que el helado, le cede energía. Esto hace que aumente su temperatura y se derrita. Este proceso se puede representar esquemáticamente como se muestra en la figura 7.8.

Nuestro cuerpo se pone en contacto térmico con muchos sistemas durante el día, a veces recibimos energía de ellos, pero a veces la cedemos; por ejemplo, si una madre toca la frente de su hijo que tiene calentura, la frente del pequeño cede energía a las manos de la mamá, entonces ella siente calor. Lo mismo ocurre cuando tocamos una taza de chocolate humeante, el techo de un auto expuesto al sol o una sartén recién retirada del fuego.

Por otro lado, si lo que tocamos es un hielo, entonces cedemos energía y lo que sentimos es frío; lo mismo sucede al tocar los refrescos que sacamos del refrigerador o al recibir una corriente de aire que entra por la ventana.

En nuestra vida diaria, el calor y el frío no son sustancias que fluyan de unos cuerpos a otros; son la percepción de nuestro cuerpo al ceder o recibir energía de cuerpos con los que tenemos contacto térmico y que se encuentran a temperatura diferente a la de nuestro organismo. Así, si tocamos un objeto que se encuentra a  $36\text{ }^{\circ}\text{C}$  (que es nuestra temperatura corporal), no lo sentiremos ni frío ni caliente, pues no hay calor (energía en tránsito).

## 7. Representa con esquemas el tránsito de energía (calor) entre dos sistemas.

Laura sacó de la despensa un frasco de miel que tenía almacenado desde hace varios meses. Al destaparlo encontró que la miel estaba dura. Entonces puso un recipiente con agua sobre la hornilla de la estufa, destapó el frasco y lo introdujo para calentarlo a baño maría (figura 7.9). Si no conoces este procedimiento pregunta a alguna persona mayor.

- Dibuja un esquema que represente a los dos sistemas en contacto térmico: frasco con miel (sistema A) y agua (sistema B).
  - ¿Qué sistema recibe energía?
  - ¿Qué sistema se encuentra a mayor temperatura?
  - Representa al calor en el esquema que dibujaste en el inciso a).
  - Compara tus respuestas con las de tus compañeros. Haz ajustes si lo consideras necesario.
- Comparte tu esquema con el resto del grupo de acuerdo con las instrucciones de tu profesor.

8. Regresa a tu respuesta de la Situación A de la sección de inicio de esta secuencia.

- Reúnete con un compañero y revisen qué cambiarían o completarían en la respuesta después de haber trabajado las actividades hasta este punto de la secuencia.

### Formas de propagación del calor

El tránsito de energía de un cuerpo o sistema a otro (calor) puede suceder de diversas formas; por ejemplo, al exponer una manguera al sol, el agua en su interior se calienta; al poner una tortilla fría sobre el comal caliente esta se calienta, al poner a hervir lentejas para la comida, se mueven en el agua (figura 7.10).

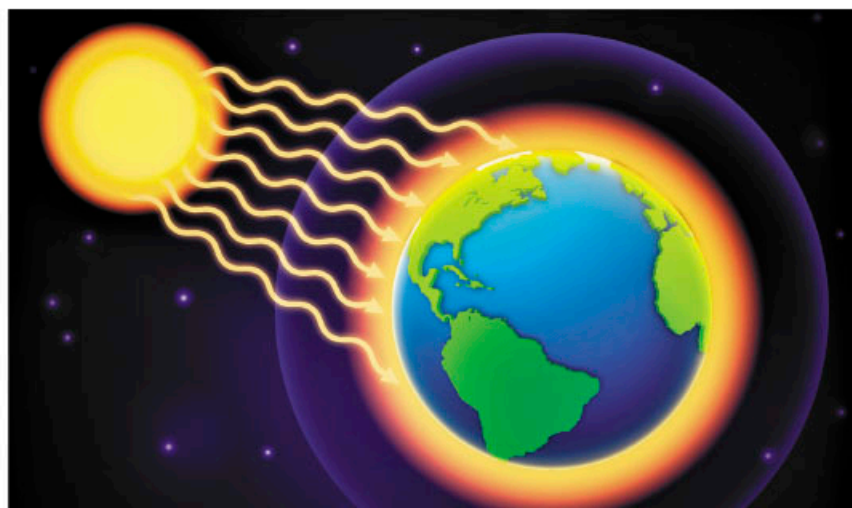
La **conducción** es una forma de propagación de energía que ocurre cuando se ponen en contacto dos sistemas de diferente temperatura. Microscópicamente, las moléculas del que se halla a mayor temperatura se mueven más y transmiten movimiento a las moléculas del otro cuerpo. Es característica de los sólidos, como la tortilla que se calienta sobre el comal o el termómetro clínico que se pone en contacto con la axila.

La **convección** es característica de los fluidos. El calor transita de un punto a otro desde regiones de alta temperatura a regiones de baja temperatura.

Para que exista este tránsito de calor, se presenta un movimiento macroscópico de la materia que conforma al fluido que se traduce en corrientes, como sucede cuando pones agua en un recipiente, agregas lentejas y calientas con ayuda de la hornilla de la estufa. Las corrientes de convección se presentan también en el interior líquido de la Tierra y su movimiento afecta la superficie sólida, que al moverse da lugar a sismos que pueden tener graves consecuencias.

En los gases, el calor también se propaga mediante corrientes de convección; por ejemplo, en zonas muy calientes, donde se usan sistemas de aire acondicionado, es posible percibir dentro de las habitaciones cómo llega el flujo de aire frío. En la naturaleza, las corrientes de aire se deben a la convección. De manera natural, el aire caliente asciende y el frío desciende. El Sol proporciona energía al aire que se traslada por convección a diversas regiones del planeta para determinar patrones climáticos.

En la **radiación**, la energía se transmite de un cuerpo o sistema a otro sin que haya contacto entre ellos (figura 7.11). A diferencia de la conducción y la convección, la transferencia de energía no requiere de un medio físico; puede presentarse en el vacío debido a que las emisiones del Sol transportan energía.



#REFLEXIONA

La hipotermia (es decir, la disminución de la temperatura del cuerpo por debajo de lo normal) puede ser mortal y se produce por exposición a temperaturas bajas; por enfermedades y también por consumo de alcohol y drogas que ponen al cuerpo en estado de *shock*.

¡Evita el consumo de sustancias que pongan en riesgo tu salud!



Figura 7.10 Al calentar agua con semillas, estas se mueven de abajo hacia arriba de manera continua.

Figura 7.11 La energía del Sol llega a la Tierra como radiación.

## #REFLEXIONA



El conocimiento de las formas de transferencia de calor es indispensable para que los chefs puedan preparar platillos exquisitos, ya que conocen varios medios para transferir calor a los alimentos. La gastronomía mexicana ha sido reconocida a escala mundial por su riqueza de colores y sabores. Ricardo Muñoz Zurita es un chef mexicano que ha puesto en alto la culinaria mexicana. Puedes probar sus platillos en un restaurante ubicado dentro de la UMAM.

El conocimiento de principios básicos de física te puede hacer sobresalir en cualquier otro ámbito.

## #TIC TAC



Ingresa a la simulación de la página [redir.mx/SSPCF2-100a](http://redir.mx/SSPCF2-100a). Debes tener instalado Java y descargar la simulación en tu computadora.

Al ejecutar la simulación, se muestra un termómetro cuya escala deberás cambiar a °C. También verás puntos amarillos que representan la luz solar y puntos rojos que representan la luz reflejada; una parte de ella se regresa al espacio y otra se queda en la atmósfera. Mueve el indicador de "Concentración de gas de invernadero" y observa lo que ocurre con la temperatura en el termómetro; asócialo con el número de puntos amarillos y rojos que veas

El ejemplo más cotidiano de esta forma de propagación de calor es el Sol; su energía radiante viaja grandes distancias. Cuando los cuerpos reciben radiación, una parte de ella se refleja y otra es absorbida por el receptor. Un buen material absorbente no refleja energía radiante y se ve negro; así, se considera que la ropa negra es caliente, mientras que la blanca se considera fresca. Lo que en realidad ocurre es que la ropa negra absorbe más energía, mientras la blanca la refleja más.

### 9. Elabora un álbum fotográfico.

- Toma fotografías de tu entorno con ejemplos de formas de propagación del calor en situaciones cercanas a ti. Incluye: conducción, convección y radiación, o bien, consigue revistas y periódicos, recorta imágenes y elabora un *collage* que ejemplifique las formas de propagación del calor.
- Comparte tu álbum con tu grupo y, si gustas, también en tus redes sociales.

### 10. Retoma las respuestas que diste a la Situación B de la página 94 de esta secuencia.

- Analiza las y redacta de nuevo las respuestas que darías ahora que ya has revisado más ideas en la secuencia.
- Forma equipo con tres compañeros y lleguen a una conclusión.

### Efecto invernadero

Si el Sol proporciona energía a la Tierra a diario mediante radiación, ¿por qué la temperatura de la Tierra no aumenta indefinidamente?

Parte de la energía que la Tierra recibe del Sol es reflejada por la atmósfera. La relación entre la parte reflejada y la absorbida se ha mantenido durante miles de años, de manera que en estas condiciones es posible la vida como la conocemos.

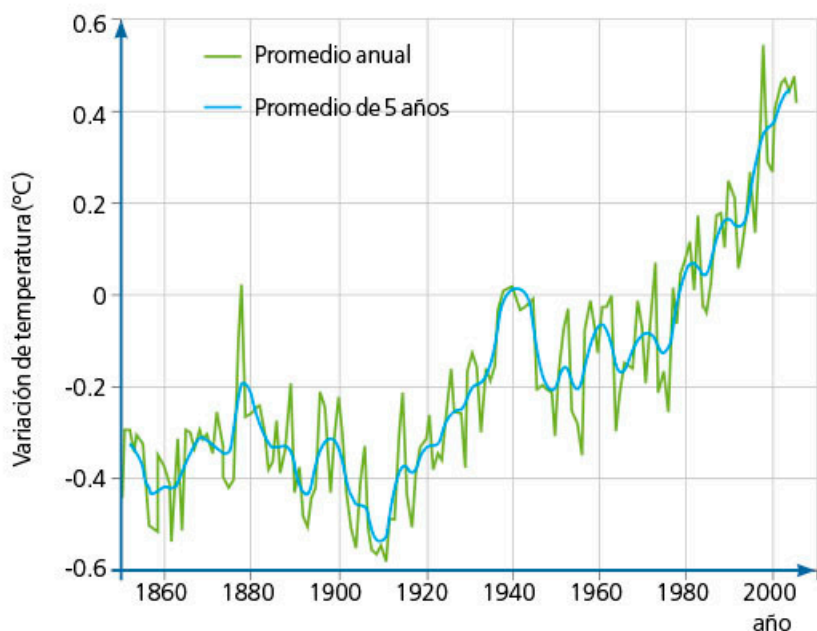
Al recibir la energía del Sol, la atmósfera se comporta como la cubierta de vidrio de un invernadero que no deja salir una parte de la energía recibida, lo que mantiene en el interior una temperatura más elevada; este comportamiento recibe el nombre de **efecto invernadero** y ha dado lugar a que la temperatura promedio de la Tierra se haya mantenido en 15 °C durante miles de años.

Si este efecto no existiera, los investigadores estiman que la temperatura promedio de nuestro planeta sería de -18 °C. Este efecto también se presenta en Venus y en Marte, por eso conservan algo de la energía que reciben del Sol.

Los principales gases de la atmósfera responsables del efecto invernadero son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono. Ellos hacen que una parte de la radiación solar se absorba y que otra se refleje; por esta función se les llama **gases de efecto invernadero**. El equilibrio energético entre la energía absorbida y la reflejada se ha visto afectado durante los últimos años.

A partir del siglo XIX, con la Revolución Industrial, el rápido crecimiento de la población a escala mundial y el creciente consumo irracional, se ha emitido un exceso de gases a la atmósfera como resultado de la combustión de carbón, petróleo y gas natural. Esto evita que la radiación reflejada por la Tierra salga en la proporción adecuada y que se presente un incremento en la temperatura que se mantiene por el efecto invernadero.

Evidencias recientes muestran que la temperatura promedio de nuestro planeta va en aumento (figura 7.12). Muchos autores señalan que es necesario emprender acciones inmediatas para frenar y revertir esta tendencia, ya que de no hacerlo la permanencia del ser humano en la Tierra estará seriamente comprometida.



**Figura 7.12** Gráfica de variación promedio de temperaturas globales

## Procedimientos de transferencia y transformación

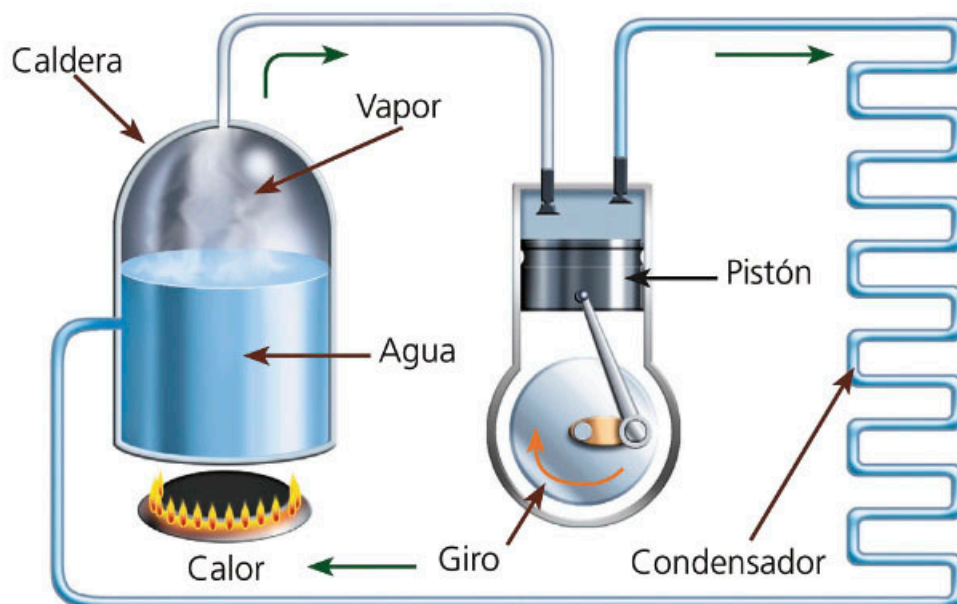
### 11. Forma equipo con dos o tres compañeros e intercambien ideas.

● Observen la **figura 7.13**, que presenta el esquema de una máquina de vapor, y analicen su funcionamiento.

- Expliquen dónde se presenta calor.
- ¿Qué sucede con la temperatura del agua en el interior de la caldera?
- ¿Por qué se mueve el pistón?
- ¿Qué tipo de energía tiene el pistón?
- ¿Qué sucede con la temperatura del agua cuando pasa por el condensador?

● Propongan una explicación sobre el funcionamiento de esta máquina. Incluyan los conceptos *energía mecánica, transformación de energía, transferencia de energía, calor, trabajo mecánico, disipación de energía y temperatura*.

**Figura 7.13** Máquina térmica que acciona un pistón. Su movimiento de giro se transforma en vaivén.



Durante la Revolución Industrial, las máquinas de vapor se mejoraron cada vez más. La producción de bienes se incrementó notablemente gracias a que la potencia de una máquina puede llegar a ser de kilowatts mientras la de un obrero es de solo unos watts. En especial, los medios de transporte se beneficiaron, los carruajes tirados por caballos se sustituyeron por potentes locomotoras que podían llevar muchos pasajeros cómodamente y trasladar productos en menos tiempo. En la [figura 7.14](#) se presenta la imagen de una de las primeras locomotoras de vapor, símbolo de progreso durante el siglo XIX.



**Figura 7.14** Locomotora de vapor

Las máquinas de vapor son llamadas de **combustión externa** porque el combustible arde precisamente en sus partes exteriores, como se muestra en la [figura 7.13](#).

El vapor que se forma en el interior de la caldera pasa por cilindros y conductos, logrando la transformación y la transferencia de energía al accionar las partes móviles diseñadas *ex profeso* para cada máquina, como un pistón o unas paletas. En la búsqueda por introducir mejoras, a principios del siglo XIX se construyeron máquinas de **combustión interna**. En estas, el combustible arde o se quema dentro de un cilindro, de manera que los gases en expansión mueven al pistón ([figura 7.15](#)).



**Figura 7.15** Pistón dentro de un cilindro, al que con frecuencia se le llama *camisa*. El espacio donde se quema el combustible se llama *cámara de combustión*.

Las máquinas de combustión interna se llaman ahora **motores**, porque en su proceso de transformación/transferencia de energía se obtiene trabajo mecánico aprovechable.

A principios del siglo XX se construyeron motores de combustión interna que funcionaban con trementina o hidrógeno. Por su tamaño, mucho menor a los de combustión externa empleados en locomotoras, se les usó para mover vehículos menores; sin embargo, fue hasta la introducción de la gasolina como combustible, que estos vehículos para trasladar pocos pasajeros fueron rentables. En 1860, el inventor francés Étienne Lenoir construyó el primer motor práctico de combustión interna y en 1876, Nikolaus August Otto diseñó el motor de cuatro tiempos. Si bien su eficiencia ha mejorado notablemente comparada con la de las máquinas de vapor, y cada vez es posible recorrer más kilómetros por litro de combustible, estos motores emiten gases de combustión que van a la atmósfera con efectos nocivos para la salud.

## Gases de combustión y calor residual

### 12. Reúnete con tres compañeros y hagan lo siguiente.

- Consigan revistas y periódicos. Elaboren un *collage* con imágenes que muestren la presencia de gases de combustión y de calor residual. Incluyan imágenes de sus efectos en la salud y del ambiente en general.
- Después, con la guía de su profesor, intercambien ideas con el resto del grupo.

### 13. De manera individual, haz un recuento del trabajo que has hecho en esta secuencia, y considera qué otros elementos te ayudarían a incrementar tu aprendizaje.

- Puedes intentar usar organizadores gráficos con las ideas principales.

Las actividades que requieren la quema de combustibles fósiles para producir artículos u ofrecer servicios se incrementaron notablemente a partir de la Revolución Industrial. Vivimos en una sociedad en la que disponemos de productos y servicios que podemos consumir en cantidades solo limitadas por nuestra economía. Este gran consumo ha hecho que al quemar combustibles se emitan gases y se disipe calor en tal medida que se ha afectado el entorno, poniendo en riesgo nuestra salud y comprometiendo la de las nuevas generaciones.

Entre los **gases emitidos por la quema de combustibles fósiles** se encuentran óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y metano, todos gases de efecto invernadero. Su creciente presencia en la atmósfera se encuentra por encima de sus valores naturales y desequilibra la temperatura promedio de nuestro planeta. De acuerdo con algunos especialistas, esto puede derivar en un cambio climático que implique efectos como aumento del nivel del mar, retroceso de los glaciares, fenómenos meteorológicos extremos y modificaciones en los ecosistemas que pueden reducir en gran medida a la flora y la fauna habitual del planeta.

Como consecuencia de la actividad industrial y de transporte, existe también energía térmica que se disipa, llamada **calor residual**, resultante de procesos para obtener productos y servicios, y cuyo efecto es elevar la temperatura del ambiente.

Especialistas en ingeniería saben que la energía se disipa y reduce la eficiencia de sus procesos, por lo tanto procuran, primero, diseñarlos para evitar al máximo la disipación, y segundo, recoger y reutilizar el calor residual. Esta energía térmica está en los gases de combustión expelidos a temperatura alta y en otros fluidos, como el agua, que viene de procesos de refrigeración de equipo y maquinaria.

La alteración de la temperatura habitual de un entorno debida a la actividad humana se denomina **contaminación térmica**. La más frecuente se debe al agua, ya que el aire se disipa con más facilidad; por ejemplo, las centrales térmicas, que convierten energía química de reacciones nucleares en electricidad, requieren refrigeración en gran medida. Por esta razón se les ubica cerca de ríos o mares y usan sus aguas en la reducción de temperatura; sin embargo, al devolverlas a sus cauces originales, ya calientes, afectan de manera nociva a plantas y animales.

La contaminación térmica es inevitable en la actualidad por la gran cantidad de procesos que implican la quema de residuos fósiles y la conversión de unos tipos de energías en otros (por ejemplo, la nuclear en eléctrica), pero se puede reducir.

#DATO

Thomas Newcomen (1663-1729), herrero e inventor inglés, por sus aportaciones a la construcción de máquinas térmicas se le conoce como Padre de la Revolución Industrial.

James Watt (1736-1819), matemático e ingeniero escocés, introdujo mejoras en máquinas de vapor que fueron fundamentales para el desarrollo tecnológico de la Revolución Industrial. La unidad actual de la potencia mecánica lleva su nombre: watt, con un múltiplo de uso común en nuestro entorno, el kilowatt (kw).

#ALGUIEN COMO YO

Keimi Torres, Arlin Acosta, Ivette Luviano, Emilio de la Torre y Daniel Ordaz, estudiantes de Ingeniería Mecánica del Instituto Politécnico Nacional (IPN), desarrollaron un auto eléctrico que puede correr a 70 km/h con una batería que dura 45 minutos.



## #REFLEXIONA



Según las estadísticas de Vehículos de Motor Registrados en Circulación (VMRC), hasta 2016 el Estado de México tenía el primer lugar con 5.1 millones, mientras Colima y Campeche ocupan las últimas posiciones con 283 000 y 266 000 unidades, respectivamente. ¡Y se trata solo de autos particulares!

Imagina la cantidad de gases que son emitidos a la atmósfera diariamente.

Al tratar de disminuir la contaminación ambiental, el gobierno introdujo el programa Hoy No Circula, en el que se establecen días en los que algunos autos no pueden circular, dependiendo de la antigüedad y modelo del automóvil.

Utiliza medios alternativos de transporte cada vez que puedas. Por ejemplo, usa la bicicleta cuando vayas a la tienda o a la escuela. Puedes pedir a tus papás que le den mantenimiento a su auto y que lo lleven a verificar para que con ello disminuyan las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para ello se debe disminuir la producción de bienes y servicios al consumir solo lo necesario y sin excesos.

## Consumo sustentable

Ante la importancia de los efectos que produce la gran quema de combustibles derivada de un consumo excesivo, es evidente que, si queremos preservar en buenas condiciones la vida en nuestro planeta, es necesario reorientar nuestras prácticas de consumo. La alternativa es practicar un consumo sustentable.

El **consumo sustentable** consiste en obtener bienes y emplear servicios para necesidades básicas que proporcionen una mejor calidad de vida, y que al mismo tiempo reduzcan el uso de recursos naturales, materiales tóxicos y la emisión de desperdicios y contaminantes.

Por supuesto, los más de mil millones de personas que viven en pobreza extrema no requieren reducir su consumo, sino aumentarlo. El consumo es necesario para el desarrollo humano cuando amplía la capacidad de la gente y mejora su vida, sin menoscabar la vida de los demás.

Para lograr un consumo sustentable en nuestra sociedad se requiere la participación de varios actores.

- El gobierno debe crear políticas con elementos legales, sociales y económicos desde una perspectiva integral, y generar leyes para restringir las actividades que dañen al medioambiente, apoyar a pequeños empresarios cuyos productos y servicios sean menos contaminantes y más eficientes, e incentivar el empleo de fuentes renovables de energía.
- La industria puede invertir en la mejora de procesos y productos para reducir la emisión de gases y de calor residual; por ejemplo, emplear sistemas que recuperen energía disipada, reducir la producción de desperdicios y reciclarlos lo más posible y abastecerse con energías limpias, entre otros.
- Los consumidores podemos ser más responsables al decidir nuestras compras para atender necesidades básicas y no las generadas por la publicidad, además de adquirir productos locales.

Aunque existen gran número de listas, pasos y acciones específicas para caminar hacia un consumo sustentable, de manera general se sugiere la **regla 3R**.

- **Reducir** todo aquello que impacte al medioambiente: consumo excesivo, pérdidas energéticas, generación de desechos.
- **Reutilizar** la mayor cantidad posible de productos, continuar la vida útil de materiales y bienes, repararlos o darles un uso alternativo para no desecharlos.
- **Reciclar** es elegir productos que una vez concluida su función, puedan ser reprocesados.

14. **Revisa y corrige, si es el caso, tus respuestas de la Situación C de la sección de inicio de esta secuencia.**

15. **Comenten las características del consumo sustentable y su relación con el aprovechamiento de la energía. Propongan...**

- a) diez acciones concretas para mejorar el uso de energía en su casa y escuela.
  - b) diez acciones para que ustedes y su familia hagan un consumo sustentable.
- **Organicen un debate para decidir cuáles son prioritarias.**

## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

16. Construyan un diagrama o esquema que represente el flujo del calor entre los siguientes objetos.

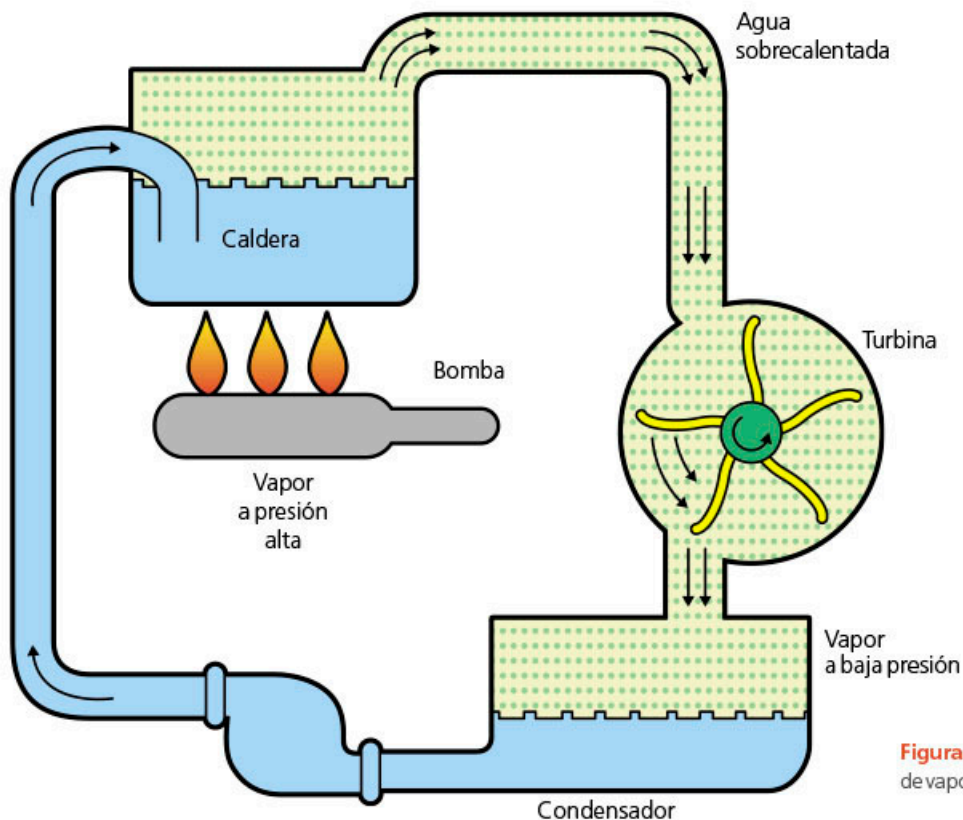
- Su mano al sostener un hielo en la palma
  - Un huevo que se introduce en agua hirviendo
- Organicen una exposición con sus esquemas.

17. Forma equipo con dos o tres compañeros y revisen sus respuestas de la SITUACIÓN B de la página 94. Corrijan o complementen lo que consideren necesario.

18. Forma un nuevo equipo. Lean la siguiente situación, intercambien ideas y resuelvan lo que se pide.

Las turbinas de vapor se emplearon inicialmente en embarcaciones, pero ahora se usan en la generación de energía eléctrica. Se estima que intervienen en 75% de la energía eléctrica producida en todo el mundo mediante centrales térmicas que funcionan con gas, carbón (o **biomasa**), o centrales nucleares.

- A partir del esquema de la figura 7.16 expliquen cómo funciona una turbina de vapor. Usen los conceptos *calor*, *transformación* y *transferencia de energía*, *trabajo*, *temperatura*, *energía mecánica* y *movimiento*.



## GLOSARIO

**biomasa:** materia orgánica de origen vegetal o animal que incluye residuos y desechos orgánicos susceptibles de ser aprovechados energéticamente porque es posible transformarlos en combustible; por ejemplo, residuos agrícolas, ganaderos y urbanos.

## #FUENTE

Observa un video del funcionamiento de un motor de cuatro tiempos en [redir.mx/SSPCF2-105a](http://redir.mx/SSPCF2-105a).

Figura 7.16 Esquema de una turbina de vapor

19. Investiguen qué es la inversión térmica.

- Elaboren un dibujo o esquema que represente este fenómeno y compartan sus ideas con el grupo, de acuerdo con la dinámica que indique su profesor.

**Eje:** materia, energía e interacciones

**Tema:** interacciones

**Aprendizaje esperado:** describe, explica y experimenta con algunas manifestaciones y aplicaciones de la electricidad e identifica los cuidados que requiere su uso.

### ➔ MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia explorarás diversos fenómenos relacionados con la electricidad, como las formas de carga eléctrica, la corriente, los riesgos del uso de electricidad y cómo prevenirlos.

En cuarto de primaria viste las tres formas de electrizar algunos materiales y la clasificación en conductores y aislantes; en quinto, la construcción de circuitos eléctricos. Este curso profundiza las explicaciones científicas de los fenómenos que ya conoces desde primaria. Revisa las siguientes situaciones.

#### 1. Elige a un compañero para trabajar.

- Escriban una posible respuesta, de acuerdo con su experiencia y lo que aprendieron en primaria, a cada una de las preguntas planteadas.

#### Situación A: carga eléctrica

- ¿Por qué a veces salen chispas de un suéter cuando nos lo quitamos?
- ¿Por qué a veces algunas personas u objetos nos dan toques?
- ¿Por qué se forman los rayos? (figura 8.1)
- ¿Por qué al frotar un globo con el cabello, se carga? (figura 8.2)

#### Situación B: cuidados para evitar riesgos debidos al uso de electricidad

- Si los cables de alto voltaje son tan peligrosos, ¿por qué se paran los pájaros en ellos y no les sucede nada? (figura 8.3)



Figura 8.1 Rayo en tormenta



Figura 8.2 Globo electrizado



Figura 8.3 Aves en cable de alta tensión

- ¿Es peligroso utilizar un aparato eléctrico mientras nos bañamos?, ¿por qué? (figura 8.4)



Figura 8.4 Es peligroso utilizar aparatos eléctricos mientras te bañas.

- Con base en tus respuestas, reflexiona si tomas las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes relacionados con el manejo de los aparatos eléctricos en tu casa.
- Haz una lista de las cosas que tienes en tu casa que funcionan con electricidad, para que veas el gran impacto que tiene su uso en nuestra vida.

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

2. **Discute con tus compañeros los fenómenos siguientes: un relámpago durante una tormenta, cuando alguien nos da un toque, cuando saltan chispas al quitarnos un suéter.**

Todos estos casos son manifestaciones de electricidad estática. Se tiene conocimiento de que los antiguos griegos sabían que frotar ámbar con lana causaba atracción entre objetos. Tales de Mileto (634-546 a. n. e.) lo clasificó, erróneamente, como un efecto magnético resultante de la fricción.

¿Por qué no ocurre esto siempre? Estamos constantemente en contacto con otros objetos y solo pocas veces recibimos un toque. Esto es porque la materia tiene una carga eléctrica neutra; sin embargo, algunos objetos pueden electrizarse o cargarse eléctricamente. Una forma de hacerlo es por frotamiento.

## EXPERIMENTA

### ¡Mueve los objetos sin tocarlos!

El propósito de esta actividad es que electrices cuerpos por frotamiento y analices los efectos de este fenómeno.

#### Predicción

Predice cuál va a ser el resultado con cada uno de los materiales. ¿Se comporta igual el papel aluminio que el de china? Recuerda las actividades que realizaste en primaria para hacer estas predicciones.

#### Material

- Papel de aluminio
- Papel liviano (papel de china)
- Paño de lana
- Globo
- Imán
- Tijeras y pegamento

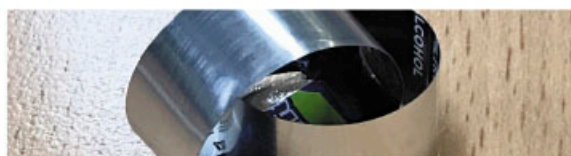


Figura 8.5 Anillos de aluminio electrizados

#### Desarrollo

1. Recorta dos tiras delgadas de papel aluminio de aproximadamente 20 cm.
2. Pega las tiras para formar dos anillos.
3. Pega los anillos de manera que formen una esfera (figura 8.5).
4. Corta pedacitos de papel y juega con tu creatividad, puedes hacer fantasmas, flores o lo que quieras, pero tienen que ser pequeños (figura 8.6).
5. Llena el globo de aire y frótalo con una tela de lana o con tu cabello.
6. Acerca el globo a la esfera de papel de aluminio y a los otros objetos de papel de China.
7. Haz lo mismo con el imán.



Figura 8.6 Formas de hacer las figuras para el experimento

#### Análisis de resultados

1. Describe qué sucedió.
2. ¿Puedes mover los objetos acercando el globo?
3. ¿Se comporta igual el papel de aluminio que el de China? Fíjate si alguno se queda pegado al globo.
4. ¿Qué ocurrió cuando acercaste el imán?
5. ¿La fuerza eléctrica y magnética son iguales?
6. ¿Todos los objetos son atraídos solamente o en algún caso hay repulsión?

## #FUENTE



Mira un experimento de electrostática en [redir.mx/SSPCF2-108a](http://redir.mx/SSPCF2-108a) y un simulador en [redir.mx/SSPCF2-108b](http://redir.mx/SSPCF2-108b).

Tabla 8.1 Serie triboeléctrica

+ Mayor carga positiva +
• Aire
• Piel humana
• Cuero
• Vidrio
• Cuarzo
• Mica
• Cabello humano
• Nylon
• Lana
• Plomo
• Seda
• Aluminio
• Papel (pequeña carga positiva)
• Algodón (sin carga)
0 sin carga
• Acero (sin carga)
• Madera (pequeña carga negativa)
• Polimetilmetacrilato
• Ámbar
• Acrílico
• Poliestireno
• Globo de goma
• Resinas
• Níquel y cobre
• Azufre
• Bronce, plata, oro, platino
• Poliéster
• Espuma de poliestireno
• Polietileno (cinta Scotch)
• Polipropileno
• Vinilo (PVC)
• Teflón
• Goma de silicona
Mayor carga negativa -

## ¿Por qué a veces los objetos se atraen y otras se repelen?

Vuelve a observar el papel de aluminio: la esfera se estira y puede saltar en dirección al globo, pero sale repelida; también puede ser deformada como si estuvieras presionando con algo invisible sobre ella. ¿Este comportamiento lo observas en los papeles? No, en todos los casos el papel es atraído por el globo que ha sido frotado con lana, cabello o piel de conejo.

La atracción y la repulsión se interpreta como la existencia de dos tipos de **carga**. Dos objetos cargados con el mismo tipo se repelen entre sí; en cambio, si lo hacen con un tipo distinto de carga se atraen. Por iniciativa de Benjamín Franklin (1706-1790), una carga se llamó *positiva* y la otra *negativa*; esta denominación es arbitraria, ya que no existe razón científica para nombrarlas así.

El globo se carga de electricidad negativa por **frotamiento** con cabello o tela de lana. Al aproximarle cargado a la esfera de papel de aluminio o a las figuras de papel de China, inicialmente neutros, se cargan de electricidad positiva por **inducción** o **polarización** (sin contacto). Esto genera una fuerza atractiva entre las **cargas negativas** del globo y las **cargas positivas** de la esfera de papel de aluminio y de las figuras de papel de China. Como los objetos son muy livianos pueden llegar a saltar en dirección al globo. Puedes repetir el experimento y observar que esto depende de cuánto hayas frotado el globo y de la distancia a la que lo coloques. Cuando la superficie del globo toca el aluminio, este se carga por **contacto** con cargas positivas, por eso es repelido. Esto significa que las cargas pueden pasar de un cuerpo a otro (figura 8.7).



Figura 8.7 Formas de electrización

Cuando un objeto está eléctricamente neutro significa que tiene cantidades iguales de cargas positivas y negativas; por ejemplo, si tenemos una regla y un pañuelo desechable, inicialmente ambos estarán en estado eléctricamente neutro; cuando los frotamos entre sí, una parte de la carga negativa del pañuelo se transfiere a la regla, el primero queda cargado positivamente, mientras la segunda negativamente, aunque continúan las cargas opuestas en los dos objetos. Es importante aclarar que no hay creación de carga, el total de esta permanece constante.

Este principio se conoce como **conservación de la carga**. Si los dos objetos se tocan nuevamente, las cargas se neutralizan, pues el exceso de carga de uno pasa al otro.

El término **electricidad estática** se refiere a un exceso de carga eléctrica en un material de poca conductividad eléctrica, de manera que el exceso o la deficiencia de carga permanece localizada en el material. Se puede conocer con qué carga se electriza un material utilizando la **serie triboeléctrica** (tabla 8.1). Al frotar dos materiales de la secuencia, el que esté en la posición más alta se cargará positivamente, mientras que el que se sitúe más abajo lo hará negativamente. Cuanto más alejados estén en la serie obtendrán mayor intensidad de carga; por ejemplo, si frotamos mica con piel de conejo,

la primera quedará cargada negativamente y la piel positivamente, pero si la frotamos con papel, la carga de la mica será positiva y la de este negativa. Como los materiales están muy cercanos en la serie, la carga adquirida será muy pequeña. Si ahora se frota un tubo de PVC con piel de conejo (observarás que estos materiales están muy alejados en la serie), la carga negativa en el tubo será muy notoria al hacer cualquier experimento. Evidentemente la piel de conejo adquirirá carga positiva. Esto quiere decir que la carga que adquiere el material depende del otro material con el que es frotado.

### 3. En el experimento inicial utilizamos un globo y cabello humano.

- Utilizando la tabla, di con qué signo de carga quedaron electrizados ambos materiales.

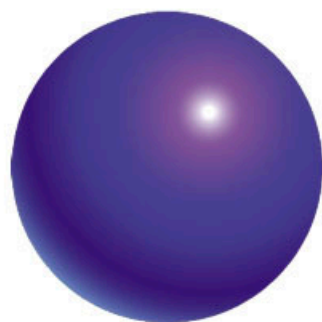
### 4. Revisa tus respuestas a la Situación A de la sección de inicio y modifica lo que escribiste con base en lo que has aprendido en esta parte.

- Intercambia ideas con tus compañeros.

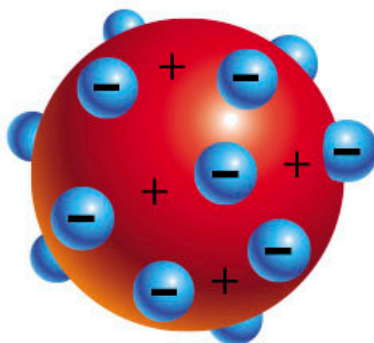
Si un cuerpo cargado positivamente se acerca a un conductor, sin tocarlo, los electrones de este (a los que ahora identificamos con carga negativa) son atraídos hacia la zona cercana del material cargado y todo el objeto es atraído. En un aislante los electrones no tienen tanta movilidad, pero sus partículas se reorientan de forma que quedan cerca del cuerpo cargado; el no conductor también es atraído por el objeto, pero con menor fuerza.

Este efecto lo viste en el experimento al acercar el globo a los objetos de papel de aluminio (conductor) y papel de China (aislante).

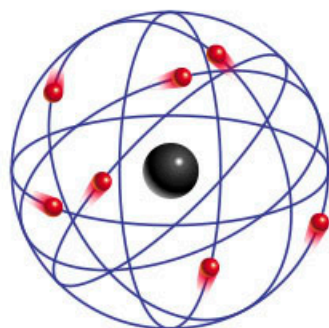
La electrización por contacto la observaste cuando los anillos de papel de aluminio tocaron el globo. En ese momento, parte de la carga se transfirió a los anillos de forma que ambos objetos quedaron cargados con el mismo tipo de carga y por eso se repelieron.



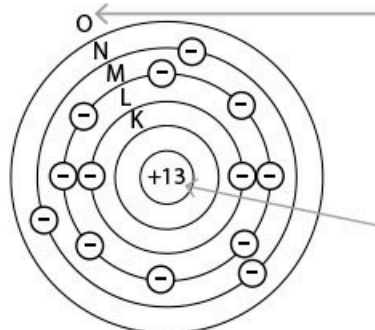
Modelo de Dalton



Modelo de Thomson



Modelo de Rutherford



Modelo de Bóhr

#DATO



Para explicar la constitución de la materia, a lo largo de la historia se han desarrollado diferentes modelos atómicos (figura 8.8).

**Demócrito** (460-370 a. n. e.) fue el primero que planteó que la materia está constituida por partículas diminutas, a las que llamó *átomos*, que significa "sin división", porque consideraba que eran indivisibles.

**John Dalton** (1766-1844) postuló que la materia efectivamente está formada por átomos, partículas muy pequeñas e indivisibles, pero que se combinan en reacciones químicas para formar compuestos.

**Joseph Thomson** (1856-1940) diseñó diversos experimentos que lo guiaron al descubrimiento de los electrones. En su modelo, el átomo está compuesto por electrones de carga negativa en un núcleo positivo, distribuidos como pasas en un pastel.

**Ernest Rutherford** (1871-1937) concluyó que el átomo poseía un núcleo positivo que concentraba la masa y que a su alrededor giraban los electrones, con carga negativa.

**Niels Bóhr** (1885-1962) propuso un modelo que explica que los electrones tienen órbitas estables y circulares alrededor del núcleo, con diferentes niveles de energía que identificó con las letras K, L, M, N y O.

**Erwin Schrödinger** (1887-1961) corrigió el modelo de Bóhr al indicar que los electrones podían girar en órbitas elípticas más complejas y que en un mismo nivel energético existían subniveles.

Elabora una línea de tiempo con los modelos e ilústrala.

Las letras indican los niveles de energía.

El valor central indica la carga positiva total de los protones.

**Figura 8.8** Modelos atómicos de Dalton, Thompson, Rutherford y Bóhr.



En la producción de rayos en una tormenta se da la electrificación por frotación entre las partículas de agua que se mueven dentro de una nube, las cuales están formadas por gotitas de agua y partículas de polvo. Benjamin Franklin fue el primero en demostrar que, muchas veces, la parte baja de las nubes adquiere una carga negativa que por inducción produce una carga positiva en la superficie de la tierra. La descarga en forma de rayo se da para equilibrar esta diferencia de cargas (figura 8.9).

**Figura 8.9** Los rayos son descargas entre las nubes y la tierra.



## EXPERIMENTA

### ¿Para qué sirve un electroscopio?, ¿cómo funciona?

El propósito de esta actividad es que construyas un electroscopio y describas su funcionamiento con base en la forma en que electrizan los cuerpos y cuáles son sus efectos observables.

Reúnete en equipo con algunos compañeros; en esta ocasión diseñarán su actividad experimental con base en el funcionamiento del electroscopio que construirán.



**Figura 8.10** Electroscopio casero

1. Se supone que un electroscopio (figura 8.10) sirve para saber si un objeto está cargado o no. Investiguen en la biblioteca o en internet qué es un electroscopio y cuál es su funcionamiento.
2. Dibujen un electroscopio y señalen sus partes y su función.
3. Hagan una lista del material que requieren para construirlo, analícela y después de acordar lo más conveniente, construyan uno.
4. La carga electrostática se pierde fácilmente con la humedad del ambiente; por lo tanto, conviene calentar un poco el recipiente que es parte del electroscopio para quitarle el aire húmedo.
5. Una vez construido el electroscopio hagan varios experimentos con él; por ejemplo, acerquen objetos con tipo de carga conocida, sin tocarlo unas veces y tocándolo otras. Toquen con su mano y observen el comportamiento. Apunten en su cuaderno las preguntas que crean que pueden responder experimentando con el aparato. Describan todos los experimentos que prueben y los resultados obtenidos.

### Análisis de resultados

1. Elaboren un breve texto o un esquema de ideas donde expliquen cómo funciona el electroscopio. Incluyan palabras como carga eléctrica, carga negativa, carga positiva, cargas iguales, eléc-

tricamente neutro, electrización por contacto y electrización por frotamiento. Compartan su experimento con el grupo y planteen preguntas adicionales.

## La fotocopiadora

Una de las principales aplicaciones de la electrostática es el funcionamiento de una fotocopiadora. Esta se basa en el principio de fotoconductividad; es decir, la capacidad de algunos materiales de hacerse conductores bajo la influencia de la luz. Las fotocopiadoras tienen un tambor de aluminio recubierto por una capa de óxido de aluminio y por otra exterior de selenio, la cual se carga positivamente antes de hacer la fotocopia.

Lo anterior se ilustra en la **figura 8.11**. El documento por fotocopiar se ilumina con una lámpara y su imagen se proyecta mediante espejos sobre el tambor electrostático; aquellas áreas del tambor que reciben luz pierden parte de su carga en función de la intensidad luminosa que reciben, de forma que las áreas oscuras permanecen cargadas positivamente. Así, la carga retenida en el tambor forma un dibujo electrostático, que se hace visible cuando se espolvorea sobre la placa expuesta un polvo cargado negativamente (tónner), el cual se adhiere a las áreas cargadas y la impresión se obtiene al cubrir el cilindro con un papel que se carga positivamente. Así, el polvo con carga opuesta pasa a la superficie del papel. La imagen formada por el polvo se funde en el papel cuando se expone a una fuente de calor y fija la imagen.

### ¿Cómo saber la magnitud de la fuerza con la que se atraen o repelen los objetos cargados?

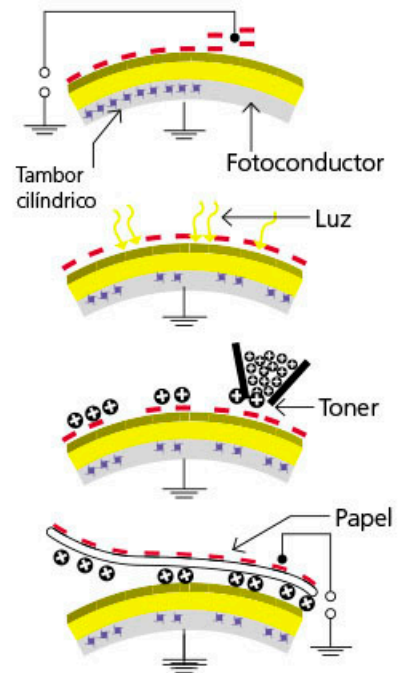
En su conjunto, la materia se considera eléctricamente neutra debido a la compensación de las cargas positivas y negativas. Sin embargo, hay ocasiones en que un cuerpo puede presentar un desequilibrio en sus cargas (por ejemplo, debido a la electrización por frotamiento, por contacto o por inducción), y entonces se dice que está cargado o tiene carga eléctrica. En estos casos, la carga eléctrica de un cuerpo es la diferencia entre sus cargas positivas y negativas.

Como ya se vio en las páginas anteriores, cargas eléctricas iguales se repelen y cargas distintas se atraen. Esto quiere decir que cuando una carga eléctrica se encuentra estacionaria o estática produce fuerzas eléctricas sobre las cargas situadas a su alrededor. También se observó que los objetos son atraídos o repelidos con distinta fuerza, por ejemplo, es distinto utilizar un tubo de PVC frotado con piel de conejo que una regla de plástico frotada con la misma piel.

La física no busca únicamente describir y explicar, como se ha hecho hasta ahora, sino también predecir. Por lo tanto, surgen las siguientes preguntas: ¿de qué depende esta fuerza?, ¿qué tan fuerte es la repulsión o la atracción?, ¿podemos calcularla?

La **ley de Coulomb** permite calcular la magnitud de la fuerza con la que dos cargas se atraen o se repelen, dependiendo de la magnitud y de la distancia entre ellas. Cuanto mayor es la carga, también la fuerza de atracción o repulsión entre dos partículas cargadas, y mientras más cerca están se intensifica la fuerza eléctrica entre ellas. Esto significa que la magnitud de las cargas es directamente proporcional a la fuerza y que esta disminuye al aumentar la distancia o separación entre las cargas.

En el trabajo hecho hasta este momento, se ha podido observar que la fuerza eléctrica actúa a distancia. Con esto podemos concluir que, si existe una carga eléctrica, entonces el espacio alrededor de esta se altera y adquiere la propiedad de atraer o repeler otras cargas, a esto lo llamamos *campo*. Puedes repetir cualquiera de los dos experimentos anteriores y poner atención ahora en la distancia a la que hay que colocar el objeto cargado respecto a los objetos neutros para que la atracción sea evidente y retirar paulatinamente hasta que la atracción no se manifieste. Esto muestra cómo decae, con la distancia, la fuerza producida por el campo eléctrico.

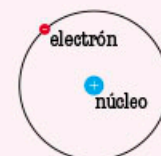


**Figura 8.11** El fotocopiado es un proceso electrostático.



### #REFLEXIONA

En 1913, Bóhr planteó un modelo para explicar el comportamiento del átomo de hidrógeno, que en los experimentos emitía o absorbía radiación electromagnética: el núcleo permanece estable y a su alrededor gira el electrón en diversas órbitas circulares concéntricas. Cada una de estas tiene un nivel de energía diferente; por eso, al brincar el electrón a una órbita superior o inferior, el átomo emite o absorbe radiación, y lo hace en “paquetes”, llamados *cuantos* de luz. Este modelo permite explicar la carga eléctrica de los átomos y el fenómeno de la electricidad.



A partir de esta información investiga y explica la naturaleza de la electricidad.



## #DATO

El electrón es una partícula con carga negativa que se encuentra en los átomos. Un objeto con exceso de electrones tiene carga negativa, mientras que un objeto con deficiencia de electrones tiene carga positiva. Si el número de electrones y protones es el mismo, entonces el objeto está eléctricamente neutro.

Existen diferentes tipos de baterías dependiendo del aparato para el que se utilizan; las de los teléfonos celulares generalmente funcionan a partir iones de litio, lo cual se indica con el símbolo Li-Ion y proporcionan un voltaje de 3.7 V.

## #TIC TAC

Para saber más de la botella de Leyden, consulta [redir.mx/SSPCF2-112a](http://redir.mx/SSPCF2-112a).

Figura 8.12 Analogía de un circuito

## GLOSARIO

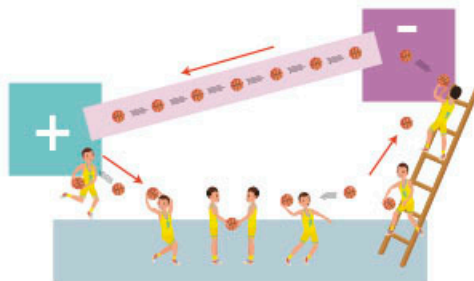
**circuito eléctrico:** La interconexión de dos o más componentes que contiene una trayectoria cerrada y por el que circula una corriente. Están formados por al menos una fuente de voltaje, un conductor y una resistencia.

## 5. Elabora en tu cuaderno un mapa conceptual que te sirva como resumen esquemático.

- Utiliza los siguientes términos: *carga eléctrica*, *electrización por inducción*, *electrización por contacto*, *electrización por frotamiento*, *carga positiva*, *carga negativa*, *atracción*, *repulsión* y *ley de Coulomb*.
- Recuerda que las palabras que relacionan los conceptos son muy importantes, recuerda incluirlas.

## Un camino para la carga

Si dos cuerpos de carga igual, uno con positiva y otro con negativa, se conectan por medio de un conductor eléctrico, por ejemplo con un cable de cobre, se neutralizan. Esta neutralización se lleva a cabo mediante un flujo de cargas negativas o corriente eléctrica que pasa por el conductor, desde el cuerpo cargado negativamente al que lo está positivamente. La corriente eléctrica cesa cuando en los cuerpos hay el mismo número de cargas positivas y negativas; por lo tanto, los cuerpos son neutros (figura 8.12). Esto



llevó a pensar si era posible construir un dispositivo que pudiera almacenar cargas eléctricas. En 1746, en la universidad de Leiden (Holanda), se hizo una demostración con una botella que conservaba cargas eléctricas (*botella de Leiden* o *Leyden*).

Las baterías que utilizamos hoy, cuya predecesora fue la batería de Alessandro Volta (1745-1827), no

almacenan carga como la botella de Leyden, sino que por una reacción química proporcionan energía a las cargas que ya están en los alambres conductores, para que estas se puedan mover en un **circuito eléctrico**, como los que trabajaste en quinto y sexto de primaria. Hasta la invención de Volta los fenómenos eléctricos eran principalmente electrostáticos. Después se introdujo el término *voltaje* o *diferencia de potencial*, que es lo que encontramos entre las terminales de las baterías, y constituye la fuerza impulsora de las cargas.

## EXPERIMENTA

### ¿Prende el foco?

El propósito de esta actividad es que identifiques las características de la conexión por la cual efectivamente circula una corriente eléctrica que permite encender un foco

#### Material

- Focos para linterna
- Cables de cobre forrados (puede ser caimán-c aimán)
- Pilas AA (1.5 V)

#### Predicción

Observa la figura 8.15 y predice en cuál o cuáles de las conexiones representadas puede encender el foco. Justifica tu respuesta para cada caso. Escribe todo el proceso en tu cuaderno.

#### Desarrollo

- Usa una batería AA, un foco y uno o dos cables para hacer las conexiones. Observa en cuáles enciende el foco y en cuáles no. Anota la respuesta en tu cuaderno.



**Figura 8.13** Siete formas de conectar un foco a una pila. ¿En cuáles encenderá el foco?

## Análisis de resultados

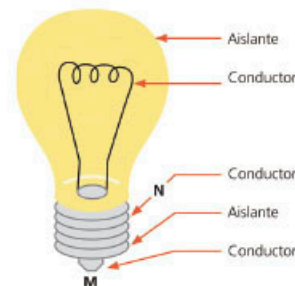
1. Compara los resultados del experimento con tus predicciones e intenta construir una nueva explicación acerca de cómo debe ser una conexión, utilizando una batería para encender un foco.
2. Discute con tus compañeros los resultados que obtuvieron.

Las respuestas que diste en la actividad anterior muestran la idea o modelo de corriente eléctrica que tienes. Es común que muchas personas piensen que es suficiente conectar un cable entre el foco y la pila para que este encienda, como en el caso A de la figura 8.13, o dos cables desde un extremo de la pila a los dos puntos conductores del foco como en el caso C. Si ya hiciste el experimento te habrás dado cuenta de que estos dos arreglos no funcionan, pues falta conectar el otro extremo de la pila con el foco para cerrar el circuito, pero no con cualquier parte del foco, como en el caso F que evidentemente tampoco funciona. Si te fijas en las figuras 8.14 y 8.15 verás que la rosca es conductora (N) pero que también el extremo en punta del foco (M). Para cerrar un circuito hace falta conectar los dos extremos de la pila con los puntos N y M respectivamente. Si ahora regresamos al ejercicio inicial verás que esta condición se cumple para los casos D, E y G. En el caso B se están conectando los dos extremos de la pila por medio del cable haciendo un corto circuito, obviamente el foco tampoco enciende, ya que el cable y la pila se calientan de inmediato.

Para que el foco encienda es necesario que se encuentre en un **circuito cerrado**. En un circuito eléctrico pueden intercalarse focos, televisiones, tocadiscos, electrodomésticos, etc.

En la figura 8.16 se representa un circuito cerrado. En términos de electricidad la fuente es la batería. Como los componentes del foco se oponen de cierta manera al paso de la corriente se considera que constituyen la resistencia, mientras que los conductores son los cables que proporcionan un camino ininterrumpido que permite el flujo de corriente. En el esquema se incluye además un interruptor (representado por los dos puntos) que se muestra en su posición cerrada. El interruptor podría estar abierto e impedir de esta manera la circulación de la corriente: cuando esto sucede se dice que el circuito está abierto.

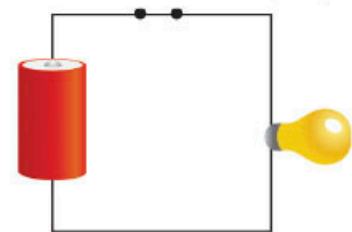
La **corriente eléctrica** no es otra cosa que la circulación de electrones a través de los componentes del circuito. Cuando se estableció la convención de la dirección de la corriente no se sabía que eran electrones, pues aún no habían sido descubiertos. La dirección de la corriente va de la terminal positiva de la pila a la terminal negativa. Por el contrario, la dirección física es de la terminal negativa a la terminal positiva.



**Figura 8.14** Esquema de foco incandescente



**Figura 8.15** En los focos LED actuales no es tan evidente la conexión, pero también tienen los dos extremos.



**Figura 8.16** Esquema de un circuito cerrado, en el que los cables proporcionan un camino ininterrumpido para la corriente.

Este **error** histórico no influye para nada en lo que al estudio de corriente se refiere.

## Conductores y aislantes

La siguiente actividad te ayudará a ver el efecto de diversos materiales en un circuito.



## EXPERIMENTA

### Efecto de conductores y aislantes en un circuito

El propósito de esta actividad es que utilices diferentes materiales en la construcción de un circuito para valorar su capacidad para permitir el flujo de corriente eléctrica.

#### Material

- Batería AA
- Cable aislado de cobre
- Foco de linterna
- Diversos materiales, como moneda, clip, lápiz con goma y punta, pedazo de papel, gis, cuchara de plástico, cuchara de metal, piedrita, etcétera.

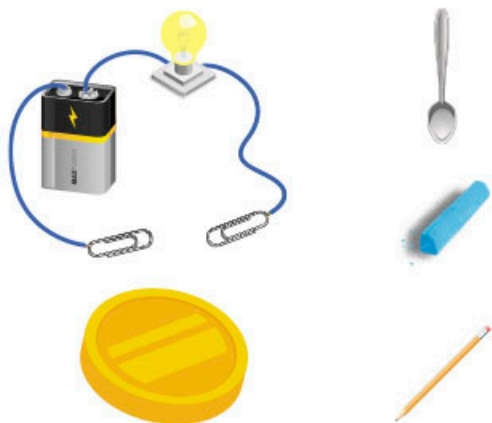


Figura 8.17 Circuito con clips

#### Predicción

Elaboren dos listas con los materiales que consiguieron. En una incluyan aquellos que consideran que son buenos conductores de corriente eléctrica y en otra a aquellos que no lo son.

#### Desarrollo

1. **Armen un circuito como en la figura 8.17. Para facilitar, detengan el alambre en el foco y enrolen una punta alrededor del casquete de este.**
2. **Coloquen sucesivamente entre la punta del foco y la terminal de la batería los diferentes materiales que quieren probarse (figura 8.18).**

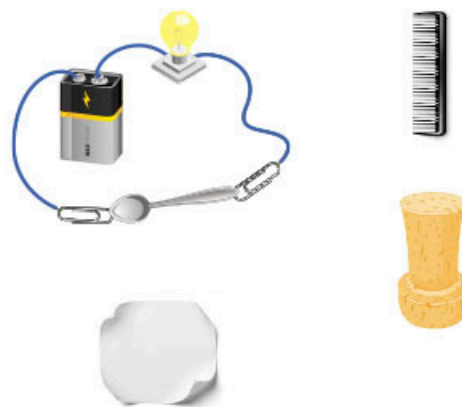


Figura 8.18 Circuito con cuchara

#### Análisis de resultados

1. **Hagan una lista de los materiales con los que el foco encendió y con los que no.**
2. **Expliquen, con base en lo dicho párrafos arriba, los casos en los que el circuito está cerrado y en los que permanece abierto a pesar de haber puesto un objeto para unir los cables.**
3. **Escriban una definición de material aislante y un material conductor.**

6. **De acuerdo con las indicaciones del profesor comparte tu definición con el resto del grupo.**

No todos los materiales conducen igual la electricidad. Algunos son mejores como los metales y les llamamos **conductores**; hay otros que no permiten el paso de la electricidad y se llaman **aislantes**. Los conductores tienen cargas libres que pueden moverse con facilidad, lo cual significa que se mueven a lo largo del conductor si se aplica un voltaje. En cambio, los materiales aislantes presentan una gran resistencia a que las cargas que los forman puedan desplazarse; por lo tanto, la corriente no circula a través de ellos.

En la lista de materiales conductores y aislantes de la actividad anterior habrás visto que todos los metales son conductores. Esto se debe a que el o los electrones de los orbitales más alejados del núcleo pueden desplazarse con facilidad si se aplica en el extremo del conductor una diferencia de potencial o voltaje.

También habrás observado que todos los demás materiales, con excepción del grafito del lápiz no permiten el paso de la corriente a través de ellos. Esto significa que los electrones son fuertemente atraídos por el núcleo de su respectivo átomo y no pueden desplazarse. El grafito del lápiz permite el paso de corriente, pero se puede notar a simple vista que el brillo del foco es menor, esto se debe a que presenta una gran resistencia al flujo de corriente comparada con la de los metales, pero menor que la de los aislantes.

### Cuidados que requiere el uso de la electricidad

Casi todas las medidas de precaución se refieren al uso de aparatos eléctricos y la importancia de mantenerlos secos o alejados del agua. Antes de manipular algún aparato eléctrico debes asegurarte de que tus manos estén secas, que no estés pisando algo húmedo o estés descalzo, como puede suceder en el baño al secarse el cabello con una secadora eléctrica o al estar en la alberca y querer utilizar el celular u otro dispositivo electrónico.

Es muy peligroso intentar lavar un aparato eléctrico, como una licuadora o cafetera, sin desconectarlo de la toma. En esta misma dirección está la recomendación de no intentar apagar un incendio causado por una fuente eléctrica con agua: se debe utilizar un extinguidor especial. A partir de estas medidas de seguridad nos podemos preguntar si el agua es conductora (figura 8.19).



Puedes percibir que la temperatura en la superficie de los aparatos eléctricos aumenta cuando están funcionando: la pantalla de la computadora, el teléfono celular, la parte de atrás del refrigerador, una licuadora; esto sin considerar aquellos que están hechos con esta finalidad, como la plancha, el tostador, la cafetera, el hervidor de agua, etc. Este aumento de temperatura puede provocar un incendio, por ejemplo, si se te olvida la plancha conectada, pero también si en un mismo enchufe conectas gran cantidad de aparatos. Por eso también es peligroso pasar cables por debajo de las alfombras.

#### #DATO

La unidad de medida de corriente eléctrica es el Ampere [A] que corresponde a  $1\text{ C}/1\text{ s}$ , es decir, representa una cantidad de 6 250 cuatrillones de electrones circulando por cada segundo, lo cual es una cantidad muy grande, por lo que en los aparatos eléctricos notarás que frecuentemente se utiliza el símbolo mA (mili Ampere) para referirse a la milésima parte de un Ampere; es decir, a 6 250 billones de electrones en circulación.

La plata es mejor conductor que el cobre con el que hacen las instalaciones eléctricas en los hogares; sin embargo, su uso sería demasiado caro y se correría mayor riesgo de robo, por ello se utiliza el cobre que es más económico.

#### #FUENTE

¿Es el agua conductora de electricidad? Revisa los enlaces señalados para más información.  
[redir.mx/SSPF2-115a](http://redir.mx/SSPF2-115a) y  
[redir.mx/SSPF2-115b](http://redir.mx/SSPF2-115b).

**Figura 8.19** Nunca uses aparatos eléctricos mientras te bañas.

## #DATO

Además de los conductores y aislantes existen materiales que pueden ser semiconductores o superconductores. Se llama semiconductores a los materiales que pueden comportarse como conductores o aislantes dependiendo de diversos factores físicos, como la temperatura o la luz. Se utilizan ampliamente en los circuitos electrónicos. Son superconductores aquellos materiales que, al ser enfriados, normalmente con nitrógeno líquido, pueden conducir la corriente eléctrica sin ofrecer resistencia.

A los bebés y a los gatos les gusta masticar los cables, lo que es peligroso para ellos, además del peligro que representa utilizar un aparato con el cable dañado.

Suele haber menos avisos de precaución (figura 8.20) respecto a la electricidad estática, pero una chispa de algo que se ha cargado electrostáticamente puede causar una explosión si hay material inflamable cerca, por ejemplo, vapor de gasolina o pólvora. Se piensa que muchas de las explosiones de los lugares donde hacen pirotecnia se pueden deber a la electricidad estática.

### NORMAS DE SEGURIDAD



No tires de los cables cuando quieras desenchufar un aparato.



No sobrecargues un enchufe al conectar muchos aparatos.



Utiliza una extensión adecuada para conectar varios aparatos en el mismo enchufe.



No toques un aparato si estás mojado ni lo limpies con un trapo húmedo.



Procura que los cables y aparatos eléctricos estén en buen estado.



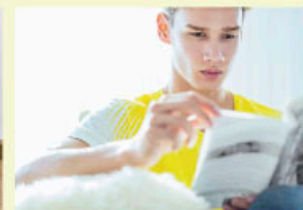
No introduces objetos metálicos en los enchufes.



Desconecta la corriente al sustituir una bombilla o manipular un aparato eléctrico.



No acerques cables o aparatos eléctricos a fuentes de calor.



Lee siempre las instrucciones y características de los aparatos antes de utilizarlos.

Figura 8.20 Normas de seguridad



Figura 8.21 Funcionamiento del pararrayos

7. Reflexiona acerca de tus respuestas a la Situación B de la página 106, y complementalas a partir de lo que has aprendido en esta parte.

8. Investiga en fuentes confiables cómo se forman los rayos y qué es un pararrayos (figura 8.20).

- Redacta un texto breve, acompañado de dibujos, en el que expliques cómo los pararrayos pueden proteger de una descarga eléctrica a las personas, los animales domésticos y las cosas dentro de una edificación.

## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

### 9. Forma pareja con algún compañero y revisen sus respuestas de la sección "Mis primeras ideas".

- A partir de lo que han visto en esta secuencia, expliquen en sus cuadernos los siguientes fenómenos.
  - a) Al quitarnos una prenda de lana se producen pequeños ruidos.
  - b) En días secos, una persona que camina sobre una alfombra de poliéster con rayón puede sentir una descarga al tocar la cerradura de una puerta.
  - c) Los camiones que transportan combustible tienen una cadena metálica que cuelga hasta el suelo.
  - d) Como algunos gases anestésicos son muy explosivos, los pisos de los quirófanos se hacen con materiales conductores.
  - e) Al frotar un cuerpo con cualquier material este adquirirá siempre una carga electrostática del mismo signo del material con que fue frotado.
  - f) ¿Por qué no se puede cargar un metal por frotamiento?
  - g) ¿Por qué no todos los cuerpos se comportan del mismo modo al ser tocados con otro cuerpo que está cargado eléctricamente?
  - h) Un electroscopio está cargado positivamente, y al acercarle un cuerpo las hojas disminuyen su abertura. ¿Qué carga piensas que existe en el cuerpo?

### 10. Forma equipo con tus compañeros e intercambien ideas acerca de las siguientes situaciones.

- a) ¿De qué manera puede adquirir carga un cuerpo?
- b) ¿Cuántos tipos de carga hay y cuáles son?
- c) ¿A qué se llama *electricidad estática* y cuál es su diferencia con la corriente eléctrica?
- d) ¿Qué carga eléctrica tiene usualmente la materia?
- e) ¿Los cuerpos cargados eléctricamente siempre se atraen?
- f) Si tengo un cuerpo de metal cargado y lo pongo en contacto con otro metálico neutro, ¿qué sucede?
- g) Si dos cargas se repelen con una fuerza  $F$ , ¿cuál es la fuerza si la distancia entre las cargas aumenta al doble?
- h) ¿Qué es carga por inducción?

### 11. Reúnete en equipo con cinco compañeros e investiguen las medidas de prevención contra accidentes provocados por descargas eléctricas.

- Tengan en cuenta aspectos como no tocar interruptores con las manos mojadas; no introducir dedos ni objetos en los enchufes; no sobrecargar los enchufes; no usar aparatos eléctricos en la regadera, tina, alberca ni nada semejante, etcétera.
  - a) Elaboren dibujos con textos explicativos para cada medida de prevención, compártalos con el grupo y su profesor, y decidan cómo presentar esto a la comunidad escolar (por ejemplo, un periódico mural).
  - b) Elaboren una tabla en la que mencionen diferentes aparatos eléctricos y cuáles serían las causas por las que podrían tener un accidente con ellas.
  - c) En otra tabla expliquen cómo pueden evitar tales accidentes.
  - d) Elaboren una lista de números de emergencia, ya que es importante conocer, qué medidas debes tomar en caso de sufrir un accidente de este tipo.

#### #DATO

La energía eléctrica se cobra en una unidad llamada kWh (kilowatt-hora). 1 kWh tiene distinto costo dependiendo del consumo energético del hogar. La tarifa básica bimestral según la Comisión Federal de Electricidad (CFE) indica que los primeros 75 kWh cuestan \$0.793 cada uno; los siguientes 65 cuestan \$0.956 cada uno; y los excedentes tienen un precio de \$2.802 cada uno.

#### #REFLEXIONA

La plancha eléctrica para ropa requiere calentarse previamente durante unos segundos o hasta minutos. Si planchas solamente una prenda al día, estarás ocupando por día una cantidad considerable de energía únicamente para elevar la temperatura de la plancha; si en vez de ello planchas varias prendas a la vez, podrás ahorrar esa energía y, por lo tanto, disminuirá el pago de la energía eléctrica de tu casa.

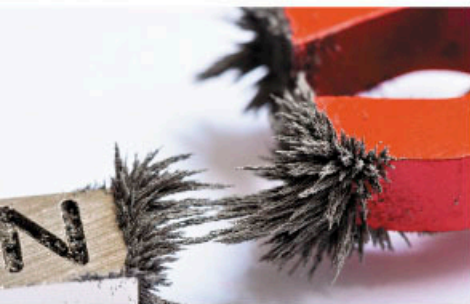
#### #FUENTE

Descarga el archivo en PDF que está disponible en [redir.mx/SSPCF2-117a](http://redir.mx/SSPCF2-117a). Aquí encontrarás diversos consejos para ahorrar energía eléctrica para distintos aparatos. Para conocer acerca de las medidas de seguridad respecto a los riesgos en el manejo inadecuado de la electricidad, consulta [redir.mx/SSPCF2-117b](http://redir.mx/SSPCF2-117b).

**Eje:** materia, energía e interacciones

**Tema:** interacciones

**Aprendizaje esperado:** analiza fenómenos comunes del magnetismo y experimenta con la interacción entre imanes.



**Figura 9.1** Atracción entre dos polos distintos de imanes



**Figura 9.2** ¿Por qué la brújula apunta siempre al norte?

## ➔ MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia indagarás en torno a fenómenos magnéticos, por ejemplo, qué son y cómo funcionan los imanes, las propiedades magnéticas de algunos materiales, el magnetismo de la Tierra y algunos fenómenos en los que se relacionan las interacciones eléctrica y magnética. Te invitamos a examinar las siguientes situaciones.

### 1. Reúnanse en equipos pequeños para leer y analizar las respuestas de las siguientes preguntas.

- Una vez finalizado, escriban en su cuaderno las respuestas y explicaciones para estas preguntas.

#### Situación A: imanes

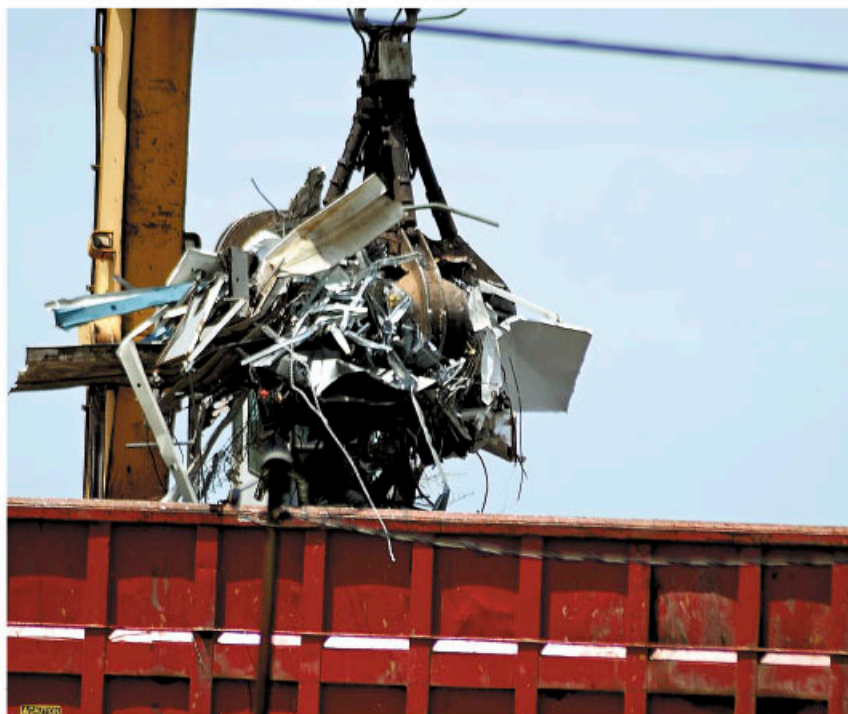
- a) ¿Qué efecto tienen los imanes sobre los objetos?
- b) ¿Los imanes atraen a todos los metales?
- c) ¿Los polos de los imanes se atraen o se repelen? (Figura 9.1)
- d) ¿Por qué los imanes atraen muy poco en la parte central?
- e) Si rompes un imán, ¿quedan separados su polo norte y polo sur?

#### Situación B: brújulas

- f) ¿Hay alguna relación entre un imán y una brújula?
- g) ¿Por qué la brújula apunta siempre al norte? (Figura 9.2)

#### Situación C: magnetismo y electricidad

- h) ¿Qué diferencia hay entre los fenómenos magnéticos y electrostáticos?, ¿existen monopolos magnéticos entre los polos magnéticos y las cargas eléctricas?
- i) ¿Qué es electromagnetismo?, ¿qué lo diferencia de la imantación natural?
- j) ¿Qué son los electroimanes?, ¿de qué dependen sus efectos? (Figura 9.3)



**Figura 9.3** Grúa que descarga chatarra con un electroimán

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### Leyendas acerca del descubrimiento de la magnetita

El magnetismo se conoce desde hace muchos siglos. Una leyenda dice que fue descubierto por el pastor Magnus, quien en una ocasión atrajo una piedra oscura con la punta metálica de su bastón, como la fuerza de atracción era tan grande, ya nunca la pudo despegar. Otra leyenda habla de una isla con una montaña negra, temida por los navegantes porque primero atraía a los barcos para posteriormente arrancar todas las piezas metálicas de los mismos (clavos, anclas, cadenas, brújula), hasta desbaratarlos, haciendo que estos finalmente se hundieran.

¿Pueden ser verídicos los hechos narrados por las leyendas? Para decidirlo, necesitas actuar como científico y tener evidencias del comportamiento de los imanes. Las científicas autoras de este libro ponemos en duda muchas explicaciones que se dan a fenómenos naturales, nos hacemos preguntas y aventuramos posibles respuestas que ponemos a prueba por medio de un experimento.

#### 2. ¿Cuál es tu respuesta respecto de las dos leyendas?

- Arguméntala por escrito en tu cuaderno después de haberlo analizado con tus compañeros. Explica por qué es posible que sea real, o no, lo que cuentan ambas leyendas.



## EXPERIMENTA

### Interacción magnética

El propósito de esta actividad es que reconozcas características de la interacción magnética.

#### Material

- Dos imanes de barra
- Una goma
- Clavos de diferentes tipos y tamaños
- Un puñado de clips
- Una regla de plástico
- Una regla de madera
- Una brújula
- Un lápiz
- Plumas de plástico
- Monedas de diferentes denominaciones
- Pedazos de papel, pueden ser las figuras utilizadas en electrostática
- Tres globos largos

#### Predicción

¿Qué materiales serán atraídos por el imán?, ¿en qué parte del imán se concentrará su efecto?

#### Desarrollo

##### 1. Acerca cada uno de los objetos a los imanes y comprueba lo siguiente.

- ¿Qué materiales son atraídos por el imán y cuáles no?
- ¿Qué parte del imán parece tener más posibilidad de atraer a los materiales?, ¿en qué zona el imán atrae con más fuerza?
- ¿A qué distancia es perceptible la fuerza de atracción?
- Si acercas dos puntas de los imanes, ¿cuál es el resultado?, ¿da lo mismo si lo haces con cualquier combinación?
- ¿Cuál es el comportamiento de la brújula cuando le acercas el imán?



## Análisis de resultados

1. Haz una tabla en la que clasifiques los materiales que fueron atraídos por los imanes y los que no.
2. ¿En algún caso se observó repulsión?
3. Observa si todos los metales fueron atraídos por los imanes.
4. ¿Qué ocurrió cuando acercaste N con N (o rojo con rojo) y S con S (azul con azul) en los imanes?
5. ¿Es lo mismo que cuando acercas S con N (azul con rojo)?
6. ¿Fue posible levantar varios clips o clavos utilizando una punta del imán?
7. ¿Ocurrió lo mismo con la parte central del imán?
8. Entonces, ¿a qué distancia actúan los imanes?

### 3. Una vez que hayas concluido el experimento anterior, responde lo siguiente.

- Con el análisis de resultados que elaboraste, analiza nuevamente si es posible que las dos leyendas sean correctas.
  - ¿El rumbo de los barcos pudo alterarse por la interacción de la montaña y la brújula?, ¿por qué?
  - ¿Difiere tu respuesta inicial de lo que observaste al finalizar el experimento?, ¿en qué?, ¿qué factores no consideraste?
  - ¿Cuál es la diferencia y la similitud entre los fenómenos magnéticos y los electrostáticos?, ¿podemos decir que son lo mismo?

Con el análisis que desarrollaste en la actividad anterior puedes darte cuenta de que no todo lo que encontramos en internet o lo que se dice en redes sociales es verdadero. En todos los casos tienes que evaluar la veracidad del contenido o, como se dice en el lenguaje formal, de las fuentes. El primero en describir las propiedades de los imanes fue Tales de Mileto (siglo VI a.n.e.), quien como ya vimos antes, pensó que los fenómenos electrostáticos y magnéticos eran lo mismo. Al igual que Tales de Mileto, actualmente mucha gente los sigue confundiendo, pues ambos fenómenos comparten muchas similitudes, como lo pudiste constatar en las reflexiones que acabas de hacer. Al igual que existen materiales conductores, aislantes, semiconductores y superconductores, los hay ferromagnéticos (hierro, níquel y cobalto), que son atraídos por los imanes, y diamagnéticos que no lo son. Los materiales paramagnéticos pueden ser atraídos con una pequeña fuerza, pero no pueden ser imantados. En el siglo XVII, William Gilbert (1544-1603) distinguió claramente ambos fenómenos al mostrar que el hierro frotado con cuerpos electrizados no presentaba fenómenos magnéticos.

Las piedras imán son de un color gris oscuro, están compuestas de un mineral llamado *magnetita*, en honor a Magnesia, ciudad donde aparentemente se encontraron las primeras piedras que atraían pedazos pequeños de hierro. En el siglo IV a.n.e., Platón sabía que las propiedades de la magnetita pueden transmitirse al hierro para convertirlo también en imán.

## Brújula

Se considera que el primero en encontrar una utilidad práctica para la piedra de imán fue el emperador chino Huang Ti (siglo IV a.n.e.) que en el año 376 a.n.e. utilizó unas brújulas con figura humana, con un brazo extendido que señalaban siempre al sur; las figuras podían rotar sobre su base para que el brazo siempre estuviera orientado en la dirección correcta. Con ayuda de estas figuras pudo orientarse, a través de una densa niebla, para atacar al enemigo por la retaguardia y derrotarlo.

### #FUENTE



Los imanes son conocidos desde la Antigüedad. En el siguiente enlace puedes leer más acerca de su descubrimiento y las primeras creencias que se dieron en torno a sus propiedades.  
[redir.mx/SSPCF2-120a](http://redir.mx/SSPCF2-120a)

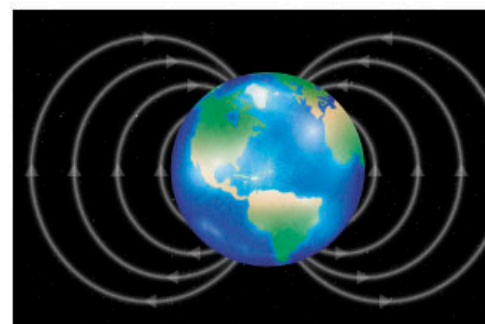
Estas fueron aparentemente las primeras brújulas y fueron utilizadas en tierra. Se cree que no fue hasta el siglo XIII que los chinos las usaron en el mar. A pesar de que desde el siglo XIII se perfeccionó la brújula para su uso marítimo, es decir, en movimiento, no fue hasta 1600 que William Gilbert consideró a la Tierra como un gigantesco imán para poder explicar el funcionamiento de la brújula (figura 9.5).

Desde hacía mucho tiempo se sabía que si se suspendía un imán con un hilo, este se orientaba siempre en la misma dirección, igual que una aguja imantada suspendida sobre una tablita en la superficie tranquila del agua. Debido a la aportación de Gilbert, hoy sabemos que la brújula se basa en el principio de que dos polos magnéticos del mismo signo se repelen, mientras que si es contrario se atraen. La Tierra actúa como un gran imán y hace que los que tienen movimiento libre se alineen con ella. En la Antigüedad, la principal aplicación práctica de la piedra magnética fue la imantación de barras metálicas a partir de las que se construyeron las brújulas. Esto significa que tenemos imanes naturales que están hechos de magnetita, y artificiales que son metales que han sido imantados.

Considera la importancia que tuvo el perfeccionamiento de la brújula cuando existió la posibilidad de que los barcos pudieran adentrarse en el mar. Antes de que fuera adaptada para funcionar en un mar picado, los marinos no podían alejarse mucho de tierra, pues corrían el peligro de quedar a la deriva, por lo que navegaban cerca de las costas. Los mapas mostraban lo que podían observar y están muy deformes si los comparamos con mapas actuales (figura 9.6). Con el perfeccionamiento de la brújula, fue posible aventurarse en el mar; así, los europeos conocieron la existencia de América. Los avances de tipo tecnológico y científico (figura 9.7) modificaron la historia de muchos pueblos, al grado que hablamos el lenguaje del pueblo o país que nos conquistó. De esta manera, en casi toda América Latina se habla español; en Brasil, portugués; en Estados Unidos de América, inglés; y en Canadá inglés y francés. Este es solo un ejemplo de cómo la historia y otras disciplinas, como la geografía, han sido afectadas por avances científicos y tecnológicos.

Los extremos de los imanes se llaman *polos*. En ellos se concentra su capacidad de atracción. En cualquier imán hay dos polos: norte y sur. Aunque un imán se divida, las partes resultantes tienen también dos polos.

**4. Retoma tus respuestas a las situaciones A y B de la página 118, y considera si agregarías o cambiarías algo.**



**Figura 9.5** La Tierra es un gran imán, las brújulas se orientan de acuerdo con esta. El norte en la brújula corresponde al sur magnético de la Tierra. Recuerda que estos nombres son arbitrarios y responden a razones históricas.



**Figura 9.6** Mapa antiguo. Compara la representación con un mapa actual de Europa y costa norte de África.



**Figura 9.7** Instrumentos antiguos de navegación



## EXPERIMENTA

### Construir y utilizar una brújula

El propósito de esta actividad es que, en equipo, construyan una brújula.

#### Predicción

Establece cómo se utiliza una brújula.

#### Material

- Imán de barra
- Trozo de hilo, puede ser cáñamo o estambre
- Aguja de coser
- Recipiente con agua, de un diámetro mayor

a la longitud de la aguja

- Pedazo de unícel o trozo pequeño de papel de aluminio

#### Desarrollo

1. En equipo, investiguen cómo se hace una brújula. Con el material sugerido construyan los dos tipos de brújula (figura 9.8).
2. Hagan un diseño, discúptanlo y anticipen cuál funcionará mejor.

3. Imanten la aguja de coser. Busquen en internet cómo se hace.

### Análisis de resultados

4. Argumenten la validez de las propiedades de las brújulas que construyeron.
5. ¿Apuntaron en la misma dirección?
6. Describan cómo utilizarían una de las brújulas que construyeron para orientarse. ¿Qué modificación requeriría para que resulte más fácil orientarse con ella?



**Figura 9.8** La aguja imantada se coloca en el papel de aluminio o el unícel para ponerla a flotar en un recipiente con agua y que pueda girar libremente.

### #DATO

Paracelso fue el nombre adoptado por Theophrast Bombast von Hohenheim, médico sueco. Significa igual o semejante a Celso, médico romano del siglo I. Él pensaba que el único modo de avanzar en la medicina era a través de la experimentación apoyada en una teoría.

### GLOSARIO

**nanopartícula:** partícula o parte muy pequeña de materia cuyas tres dimensiones son menores que 100 nm, es decir, 0.0000001 m

**efecto placebo:** efecto positivo sobre la salud que produce la administración de una sustancia como el azúcar, cuando el enfermo está convencido de que es un medicamento eficaz.

## Magneto recepción en animales

Un uso muy importante de la magnetita fue la construcción de brújulas que permitieron que los navegantes se orientaran tanto en tierra como en mar. Pero no solo el ser humano pudo aprovechar sus ventajas, pues algunas especies de animales migratorios, como las palomas mensajeras y otras aves, tortugas marinas, ballenas, atún amarillo, mariposas monarca e incluso zorros detectan variaciones del campo magnético en su cuerpo en intensidad y dirección (cualidad que se conoce como magneto recepción), lo que les permite orientarse a muy largas distancias. Los magneto receptores pueden estar ubicados en diferentes partes del cuerpo.

El magnetismo animal es un campo en el estudio actual de la biología. En el caso de las palomas mensajeras, algunos científicos piensan que tienen una pequeña cantidad de magnetita en sus picos, lo que funciona como una brújula acoplada en el cuerpo. Otros piensan que el mineral debe estar asociado al sistema nervioso del ave. Este es un ejemplo de estudios científicos relacionados con el magnetismo natural en animales migratorios que se llevan a cabo en la actualidad.

Las bacterias magnetostáticas utilizan las cadenas de magnetita a modo de brújula para orientarse respecto de las líneas del campo magnético terrestre y así desplazarse dentro del medio acuático en el que viven hacia las zonas con concentración óptima de oxígeno. En su interior se encuentra una cadena de **nanopartículas** de magnetita.

Este es un claro ejemplo de interconexión entre el mundo de los seres vivos y el de los materiales. Estas bacterias se utilizan en medicina para tratar tumores cancerígenos. El movimiento de estos microorganismos puede ser guiado desde el exterior por un campo magnético variable programado desde una computadora y, de esta manera, transportar medicamentos directamente al tumor sin dañar el resto del cuerpo. Una vez localizadas en el tumor se suprime el campo magnético y el medicamento queda depositado en él (hasta ahora solamente se ha probado en ratones). Estas mismas bacterias se están estudiando para tratar pacientes anémicos por deficiencia de hierro o como medio de contraste en estudios de resonancia magnética nuclear.

A la magnetita se le atribuyeron muchas propiedades medicinales. En la Antigüedad se decía que curaba el reumatismo, la gota y dolores musculares. En el siglo XVI, Theophrast Bombast von Hohenheim (1493-1541), conocido como Paracelso, intentó utilizar el magnetismo para curar enfermedades, aunque no logró nada concluyente. Aparentemente, los supuestos éxitos se debieron al llamado **efecto placebo**.

Hoy día también se nos intenta vender pulseras magnéticas y otros artefactos como remedio para muchas dolencias. Aunque no hay ninguna constancia científica de sus ventajas, los imanes se utilizan en medicina alternativa. ¿Podemos afirmar que no sirve algo cuya eficacia científica no se ha podido demostrar? No, lo que se puede decir es que se carece de evidencia científica concluyente.

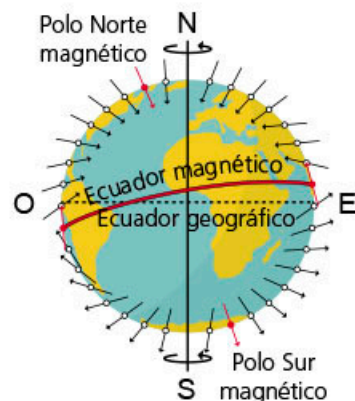
### Campo magnético

La zona de influencia alrededor del imán se le denomina *campo magnético*, y es el espacio donde el imán ejerce su fuerza. La intensidad del campo magnético es grande cerca de los polos del imán y va disminuyendo en la medida en que nos alejamos de él. Así un clavo puede ser atraído por un imán si ambos están cerca, pero si se aleja del clavo, llegará un momento en que la interacción entre ambos será prácticamente nula.

Al referirnos a los animales migratorios, se afirma que estos detectan el campo magnético, en intensidad y dirección. La **figura 9.9** es una representación de las fuerzas que pueden experimentar estas especies (pon atención al tamaño de las flechas, ya que representan la magnitud de la fuerza). No todas las flechas apuntan hacia la misma dirección; así, un ave migratoria puede percibir si está viajando en el hemisferio norte, ya que la dirección de la fuerza magnética es hacia el ecuador, pero en el hemisferio sur es en dirección contraria; si el ave está en la zona del ecuador, esta fuerza es prácticamente paralela a la superficie de la Tierra; también puede detectar la mayor magnitud de la fuerza al acercarse a cualquiera de los polos.

#DATO

El polo norte de una brújula se atrae con el polo sur magnético de la Tierra, ubicado cerca del polo norte geográfico; es decir, para la Tierra, el polo norte geográfico es el sur magnético y viceversa.



**Figura 9.9** Intensidad y dirección del campo magnético terrestre



## EXPERIMENTA

### ¿Hay alguna forma de visualizar el campo magnético?

El propósito de esta actividad es que visualices el campo magnético de algunos imanes.

#### Predicción

En tu cuaderno dibuja un imán de barra. Señala cuál es el polo norte y cuál el polo sur. Dibuja cómo piensas que fluyen las fuerzas del campo magnético de este imán.

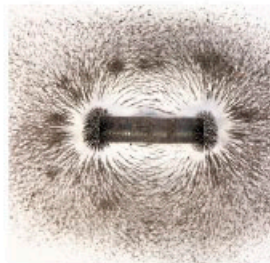
#### Material

- Dos imanes de barra y limadura de hierro
- Cartulina y soporte para que la cartulina no se mueva

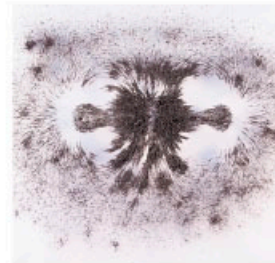
#### Desarrollo

1. Coloca la cartulina sobre uno de los imanes, ponla de forma que no se doble cuando viertas encima la limadura; vas a requerir algún soporte, como unos cuadernos, para colocarlos a ambos lados de la cartulina. Debe quedar libre el espacio del imán.
2. Vierte la limadura poco a poco (**figura 9.10**).
3. Repite el procedimiento, pero ahora coloca los dos imanes de forma que estén los dos polos cercanos.

4. Repite el proceso girando un imán 180° de forma que quede cerca el otro polo (**figura 9.11**).
5. Observa la distribución de la limadura; dibuja o fotografía cada distribución.
6. Compara los resultados obtenidos con un solo imán, cuando están los dos imanes con los polos cercanos iguales y cuando los polos son opuestos.



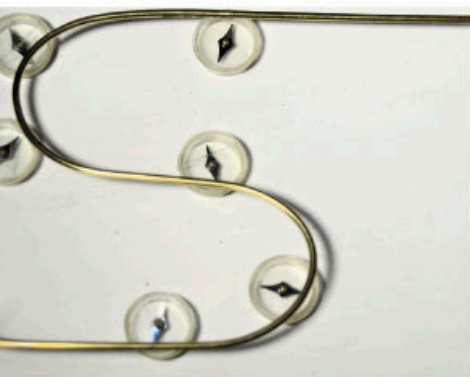
**Figura 9.10** Visualización del campo magnético con limadura de hierro.



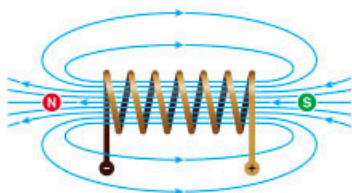
**Figura 9.11** ¿Esta distribución representa limaduras de hierro en una atracción o una repulsión entre dos imanes de barra?

## Análisis de resultados

1. ¿Hay semejanza entre la distribución de la limadura de un imán y la forma en que se representa el campo magnético terrestre?
2. Cuando los polos son iguales, ¿se atraen o repelen los imanes? ¿Cómo muestra esto la limadura?
3. Explica por qué se forman líneas con la limadura.
4. ¿Qué tanto coincide el dibujo que hiciste en tu predicción con los resultados experimentales?
5. Describe, de acuerdo con lo observado, las zonas donde el imán atrae con mayor fuerza y dónde su acción es prácticamente nula.



**Figura 9.12** Observa cómo la dirección de cada brújula es perpendicular al cable.



**Figura 9.13** Campo magnético producido por un solenoide



**Figura 9.14** Grúa con electroimán para transportar piezas metálicas

## Experimento de Oersted

Ya insistimos en distinguir entre el magnetismo y los fenómenos electrostáticos; sin embargo, la electricidad (dinámica) y el magnetismo están fuertemente relacionados. Christian Oersted (1777-1851) fue el primero en percatarse de esta relación al observar, durante una de sus clases en 1819, cómo se movía la aguja de una brújula que estaba colocada encima de un alambre por el que circulaba corriente; consideró este movimiento como una evidencia de la existencia de un campo magnético. Al experimentar con este fenómeno se dio cuenta de que la aguja siempre se colocaba de forma perpendicular a la dirección de la corriente (figura 9.12) y que, si invertía el sentido de la corriente, la aguja giraba  $180^\circ$  hasta estar nuevamente en posición perpendicular.

A través de este experimento se pudo concluir que las corrientes eléctricas crean campos magnéticos a su alrededor. Si el alambre ya no es recto, sino enrollado formando un círculo (es decir, una espira), el campo magnético producido por la corriente será más intenso en el centro. Si se tienen muchas espiras iguales, espaciadas con regularidad (formando lo que conocemos como solenoide), se produce un campo magnético más intenso al aumentar el número de vueltas (figura 9.13).

Con el descubrimiento de Oersted, tanto André-Marie Ampère (1775-1836) como François Arago (1786-1853) magnetizaron agujas de hierro igual que un imán permanente magnetiza la limadura de hierro. Lo hicieron al enrollar un cable alrededor de la aguja, luego conectaron los extremos del cable a una batería y, al pasar la corriente por el cable, originaron un campo magnético que a su vez magnetizó la aguja. Esto abrió la posibilidad para la construcción de un imán no natural: el electroimán.

### 5. Forma un equipo con tres o cuatro compañeros y construyan una grúa magnética (figura 9.14).

- a) Investiguen en diferentes medios qué es un electroimán, para qué sirve y cómo se puede hacer uno en la escuela. La figura 9.15 muestra un electroimán escolar.
  - b) Hagan un diseño y la lista del material que necesitan.
- Algunas de las preguntas que pueden guiar su indagación son las siguientes.
- ¿Importa la cantidad de vueltas y el hecho de que tenga un tornillo en el centro, o son variables que no afectan?
  - ¿Funciona el electroimán cuando no está conectado a la batería?
  - ¿El núcleo de hierro tiene algún efecto en el número de clavos o clips que puede levantar?
  - ¿Qué otras cuestiones les gustaría investigar acerca del funcionamiento de los electroimanes?
  - Elaboren una presentación acerca de su actividad enfatizando el funcionamiento de su grúa.

Como seguramente lo investigaste, en 1825 William Sturgeon (1783-1850) enrolló alambre conductor alrededor de una barra de hierro. Al utilizar hierro como núcleo del solenoide, en vez de simplemente espacio vacío, aumentó la intensidad del campo magnético. Así creó el primer electroimán: un dispositivo en el que, con corrientes grandes, se logran campos magnéticos más intensos que los de cualquier imán permanente. La intensidad magnética del electroimán se puede controlar ya que depende de la corriente eléctrica, del número de vueltas y del material del núcleo. Al cesar la corriente desaparece el efecto magnético. No suele utilizarse una corriente muy alta porque los alambres se calientan, de manera que para aumentar la fuerza del electroimán suelen añadirse más vueltas en vez de aumentar la corriente. El núcleo de hierro aumenta la potencia del electroimán porque dentro de un campo magnético las partículas de este material se alinean formando un imán.

Los electroimanes tienen muchos usos, como las grúas que levantan piezas metálicas grandes, que las mueven a la posición deseada y las sueltan; interruptores como el timbre eléctrico y la cerradura eléctrica que permite abrir la puerta desde el interior de un recinto; además son parte constitutiva de muchos motores.

### Experimento de Faraday

Con los resultados de Oersted, en los que una corriente eléctrica produce un campo magnético, era lógico preguntarse si puede ocurrir lo contrario; es decir, ¿un campo magnético puede producir una corriente eléctrica? La respuesta a esta pregunta la encontró Michael Faraday (1791-1867) en 1831, después de trabajar seis años en el tema.

Faraday utilizó en su experimento un electroimán con núcleo de hierro para obtener un campo magnético intenso. La **figura 9.16** muestra el arreglo experimental utilizado; observa que hay dos circuitos independientes: uno conectado a la batería con su interruptor y otro que pasa sobre la brújula. La brújula se utiliza como detectora de corriente (igual que en el experimento de Oersted), pero este circuito no está conectado a una batería, por lo que, si se produce una corriente, debe ser resultado del campo magnético.

Faraday observó que aparecía una pequeña corriente solo en el momento de cerrar o abrir el interruptor. La dirección de la corriente tenía un sentido al cerrar el interruptor y otro al abrirlo. Así, Faraday descubrió que se producen corrientes eléctricas solo cuando el efecto magnético cambia; si este es constante, no hay ninguna producción de electricidad por magnetismo. Esto quiere decir que solo se produce corriente eléctrica cuando se mueve un imán dentro o cerca de una bobina en reposo, o bien, un campo magnético móvil produce una corriente eléctrica.

Las líneas de campo del imán deben cortar en un movimiento continuo del alambre conductor. Esto puede lograrse moviendo el imán o el conductor, acercándolos y alejándolos o girando uno respecto del otro.

Mientras mayor sea el cambio de las líneas del campo magnético a través del alambre conductor, mayor será el valor de la corriente eléctrica que se inducirá en este. Solo se pueden lograr valores muy altos de corriente eléctrica cuando hay un movimiento relativo entre imán y conductor.

### 6. Investiga el funcionamiento de un generador y un transformador.

- Explica qué relación tienen estos aparatos con el trabajo de Faraday.
  - a) Elabora un esquema del experimento de Faraday.
  - b) Redacta un texto breve en el que expliques cómo el experimento de Faraday relaciona la electricidad con el magnetismo.



#TIC TAC

Puedes ver la construcción y aplicaciones de un solenoide en [redir.mx/SSPCF2-125a](http://redir.mx/SSPCF2-125a).

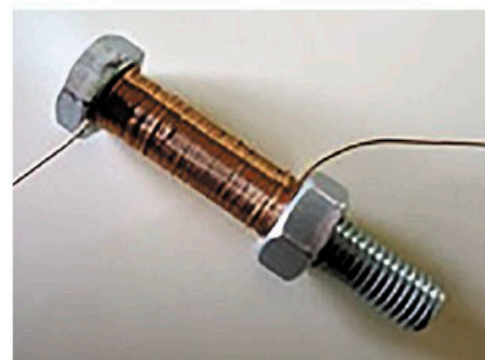


Figura 9.15 Electroimán escolar



Figura 9.16 Campo magnético producido por un solenoide



#TIC TAC

Actualmente existen algunos dispositivos comerciales de levitación magnética; los puedes ver funcionando en los vínculos [redir.mx/SSPCF2-125a](http://redir.mx/SSPCF2-125a), [redir.mx/SSPCF2-125b](http://redir.mx/SSPCF2-125b) y [redir.mx/SSPCF2-125c](http://redir.mx/SSPCF2-125c).

## #DATO

Existen fluidos que responden a la presencia de campos magnéticos, los cuales son llamados *ferrofluidos*.

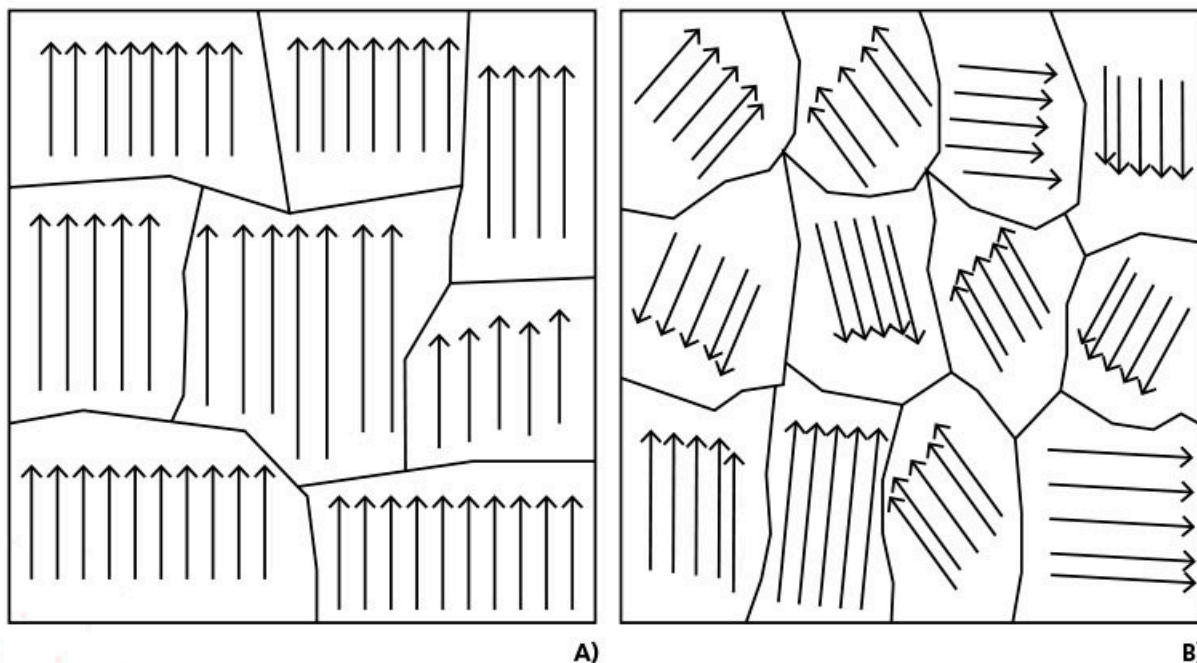
## ¿Cuáles es el origen del campo magnético?

A lo largo de esta secuencia se han estudiado los fenómenos macroscópicos producidos por los imanes. También hemos visto que cargas eléctricas en movimiento, lo que llamamos *corriente*, producen un campo magnético y que campos magnéticos en movimiento producen corriente.

En el caso de la temperatura, después de la descripción macroscópica, se pudo hacer una microscópica relacionada con la velocidad promedio de las partículas; en el de la electrización estática y corrientes eléctricas, la descripción microscópica recayó en la existencia de partículas cargadas, llamadas *electrones*. Aunque en general la materia es neutra, se puede electrificar por diferentes métodos. Lo mismo ocurre con el campo magnético: también existe una explicación a nivel microscópico.

La materia está constituida por átomos y estos tienen cargas positivas y negativas. Las cargas negativas giran alrededor del núcleo, que es positivo. El giro de los electrones a lo largo de sus órbitas produce un campo magnético; sin embargo, la mayor parte de la materia no tiene un comportamiento magnético, lo que nos indica que estos pequeños imanes deben ser neutralizados entre ellos. Esto ocurre porque están orientados al azar. Se puede observar un fenómeno magnético únicamente cuando un número elevado de estos pequeños imanes se orientan en la misma dirección. Así, el efecto se suma.

En 1907, Pierre Weiss se dio cuenta de que en los materiales que presentan magnetización permanente existen zonas con la misma orientación a las que llamó *dominios*, los cuales pueden orientarse de manera que el material no presente propiedades magnéticas (figura 9.17).



**Figura 9.17** Representación de dominios magnéticos. En A) el material es magnético, ya que los dominios se orientan en la misma dirección. En B) el material no presenta magnetismo, porque está orientado al azar, pero puede ser magnetizado externamente.

Un imán puede perder sus propiedades cuando los dominios magnéticos se desalinean. Esto puede ocurrir al golpearlo o calentarlo.

## ➔ MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

7. Regresa a las respuestas que diste a las preguntas de la Situación C del inicio de esta secuencia.

• Léelas y nota si han cambiado; en caso de que sea así, reescríbelas.

8. Elabora una tabla comparativa para mostrar diferencias y similitudes entre los fenómenos electrostáticos y magnéticos.

9. Explica el funcionamiento de una bobina en la parte correspondiente al electromagnetismo.

• Busca información en diferentes fuentes (libros, revistas o internet).

10. Haz una línea de tiempo con las principales aportaciones en electricidad, magnetismo y electromagnetismo.

11. Explica cómo hacer un imán permanente y uno que no lo sea.

12. Responde las siguientes preguntas.

• Al terminar, discute tus resultados con el grupo.

- ¿Es posible producir una corriente eléctrica con un imán?
- ¿Qué es inducción electromagnética?
- ¿Por qué una bobina produce un campo magnético más intenso que un conductor recto?

13. A continuación se presentan algunas de las ideas importantes que hemos revisado en esta secuencia.

• Reúnete con dos compañeros y utilícenlas para elaborar un mapa conceptual en el que se refleje la relación entre las mismas.

• Al finalizar, compartan su mapa conceptual con el grupo.

- Los imanes son fuentes de campo magnético; tienen dos polos, no existen monopolos magnéticos. Por razones históricas y de manera arbitraria, a los polos se les denomina *norte* y *sur*.
- Los polos iguales se repelen y los polos distintos se atraen.
- El campo magnético solo actúa sobre algunos materiales llamados *ferromagnéticos*.
- Las líneas del campo magnético son cerradas y van de norte a sur, nunca se cruzan.
- Las líneas del campo magnético se amontonan de forma natural en la zona donde este es más intenso.
- El campo magnético es tridimensional.
- En la visualización del campo magnético con limadura de hierro cada partícula de hierro se comporta como un imán, por lo que se separan naturalmente, ya que polos iguales se repelen; eso es lo que forma las líneas que observamos.
- La corriente eléctrica produce un campo magnético perpendicular a la dirección de la corriente.
- Campos magnéticos en movimiento producen corriente.
- El magnetismo o energía magnética es un fenómeno natural por el cual los objetos producen fuerza de atracción o repulsión sobre otros materiales.



**Eje:** materia, energía e interacciones

**Tema:** interacciones

**Aprendizaje esperado:** describe la generación, diversidad y comportamiento de las ondas electromagnéticas como resultado de la interacción entre electricidad y magnetismo.



Figura 10.1 Arcoíris

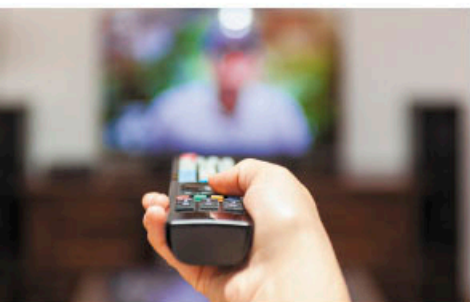


Figura 10.2 Control remoto

Figura 10.3 ¿Hay alguna relación entre el funcionamiento del horno de microondas y el de un teléfono celular?

## MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia reconocerás a las ondas electromagnéticas como el resultado de la interacción entre la electricidad y el magnetismo; explorarás varios fenómenos relacionados con ellas y las clasificarás con base en características como su frecuencia o su percepción a simple vista. Finalmente identificarás diversas aplicaciones de dichas ondas, en telecomunicaciones y medicina. Conviene que repases las características de las ondas que estudiaste en cuarto de primaria, relacionadas con el sonido.

1. **Trabaja con un compañero.** Examinen las siguientes situaciones y respondan de las preguntas en su cuaderno, más adelante las retomarán.

### Situación A: La luz visible y nuestro sentido de la vista

- a) Hagan un esquema en su cuaderno en el que representen cómo piensan que vemos. Este esquema les servirá como punto de referencia de los aprendizajes que logren respecto a la visión.
- b) ¿Por qué vemos los objetos de colores?, ¿todos los animales perciben los mismos colores que los humanos?
- c) Los colores de un arcoíris (figura 10.1) siempre tienen el mismo orden? Expliquen.
- d) ¿Para qué sirve la pupila del ojo?

### Situación B: Generación, características y aplicaciones de las ondas electromagnéticas

- e) Las ondas electromagnéticas dominan nuestro universo y vida. Para ello basta con mirar a nuestro alrededor y percibir la luz que emiten las estrellas como el Sol, escuchar la radio o hablar usando el teléfono celular. ¿Desde cuándo se conoce la naturaleza de estas ondas?
  - f) ¿Cómo funciona el control remoto de una televisión? (Figura 10.2)
  - g) ¿Hay alguna relación entre el funcionamiento del horno de microondas y el del teléfono celular? (Figura 10.3)
  - h) ¿Por qué en algunos lugares no hay señal para los teléfonos celulares?
  - i) Cuando enciendes el microondas de tu casa, es posible que la televisión o el teléfono celular sufran interferencia. Explica cómo puede suceder esto.
  - j) Ordena de forma cronológica los siguientes inventos: video, internet, televisión, telefonía celular, telégrafo, radio, radio de onda corta, teléfono fijo, lámparas LED y videojuegos (figura 10.4).
- Validen sus respuestas con sus compañeros.



Figura 10.4 Control inalámbrico para consola de videojuego, ¿qué señal emite?

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### Luz visible

Una de las formas en que percibimos lo que nos rodea es a través de la vista. Obtenemos mucha más información a través de la vista que por todos los otros sentidos juntos. Podemos saber si el día está nublado o hay un sol esplendoroso, lo cual significa que la luz está llegando a nuestros ojos y que son sensibles a ella. Pero, ¿cómo podemos ver un objeto?

Para ver un objeto que no tenga luz propia, este tiene que estar iluminado; esto significa que, aunque no emite luz, sí la puede reflejar para que llegue a nuestros ojos.

Unos objetos emiten luz y otros brillan con la que reciben, aunque parte de esta sea absorbida. Por lo tanto, para ver un objeto necesitamos un sensor que perciba la luz que lo ilumina y la refleje. Dichos sensores son nuestros ojos.

Si hay total oscuridad no podemos percibir los objetos por medio de la vista; tampoco si tenemos los ojos cerrados o dañados, o no hay objeto.

### 2. Investiga acerca de las explicaciones dadas en la antigua Grecia para el proceso de visión y la información científica actual.

- Haz un esquema de cada caso.
- Compáralos con el dibujo que hiciste en tu cuaderno de la situación A con las distintas propuestas que investigaste.
- Formen equipos de tres integrantes y explíquense mutuamente su trabajo.
- Complementen cada uno su investigación.

### 3. Pon a prueba tu modelo de visión al llevar a cabo esta actividad.

- Explica qué sucede para que puedan ver esta hoja. Escribe una explicación lo más detallada posible y acompáñala con un dibujo.
- Contesta las siguientes preguntas y discútelas con tus compañeros.
  - ¿Por qué se dificulta la visión si apagan la luz del cuarto y lo dejan a oscuras?, ¿y si cierras los ojos? Justifiquen su respuesta.
  - ¿Qué le dirían a un niño que no comprende por qué no lo ven cuando se esconde detrás de un árbol, pero sí lo pueden ver si está detrás de una ventana?
- Compara tus respuestas con las de tus compañeros y traten de llegar a un consenso.

En la investigación anterior te diste cuenta de que la visión es una función compleja. Es necesario tener en cuenta que hay una fuente de luz (propia o reflejada) que se propaga y, finalmente, los ojos la perciben reflejada por los distintos objetos.

Esta luz penetra al ojo a través de la córnea (la cantidad de luz que puede penetrar en el ojo es controlada por la pupila), la córnea y el cristalino la modifican para formar una imagen sobre la retina, y es aquí donde se estimulan unas células llamadas *conos* y *bastones* que transforman la imagen en impulsos nerviosos y la envían al cerebro a través del nervio óptico (figura 10.5).

De todo este proceso, la física estudia la percepción de la luz y la formación de la imagen.

Date cuenta de que el proceso de visión debe ser explicado teniendo en cuenta la biología, la física y la química porque, usualmente, necesitamos de varias ciencias para explicar mejor los fenómenos reales.



#FUENTE

La luz blanca es indispensable en nuestra vida diaria, está formada de muchos colores y se produce de diversas formas. Para conocer más acerca de la importancia del uso de la luz blanca y las formas en las que se produce consulta el siguiente artículo:

[redir.mx/SSPCF2-129a](http://redir.mx/SSPCF2-129a).

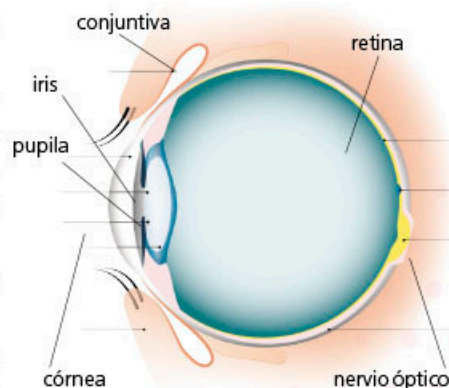
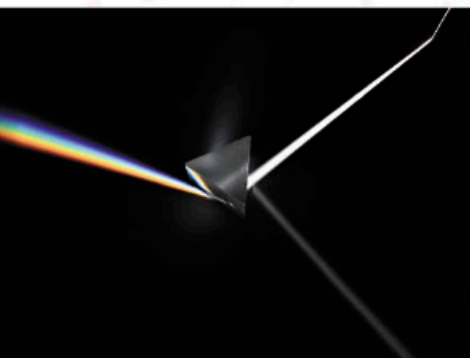


Figura 10.5 Esquema de ojo humano



**Figura 10.6** Descomposición de la luz blanca por medio de un prisma

#### 4. Reflexiona sobre la pregunta y respóndela.

a) ¿Por qué vemos colores distintos, aunque todo está iluminado con la luz del sol?

Isaac Newton (1643-1727) descubrió que la luz visible está compuesta por muchos colores: los mismos que percibimos en el arcoíris. Para lograr la descomposición de la luz utilizó un prisma (figura 10.6). Antes de él no se sabía que la luz que percibimos como blanca era la responsable de todos los colores que observamos. Su primera hipótesis fue que el prisma coloreaba los haces de luz, por lo que aisló uno de los colores y lo hizo pasar por otro prisma; este color ya no se descompuso en más colores, por lo que se dio cuenta de que el prisma descomponía la luz del sol, pero no la coloreaba. A este fenómeno lo llamó *dispersión*. Muchos años más tarde se supo que la luz solar interactúa con el objeto, que parte de esta es absorbida y parte reflejada: vemos una planta verde porque el resto de los colores fueron absorbidos y solo percibimos el color reflejado por el objeto.



## EXPERIMENTA

### Obtén el espectro visible del Sol

El Sol tiene un rango muy amplio de emisiones. El propósito de esta actividad es que obtengas la parte visible de este espectro.

#### Materiales

- Espejo plano
- Caja de plástico o vidrio para contener agua
- Cartulina blanca o pared blanca
- Papeles celofán de colores
- Plastilina

#### Predicción

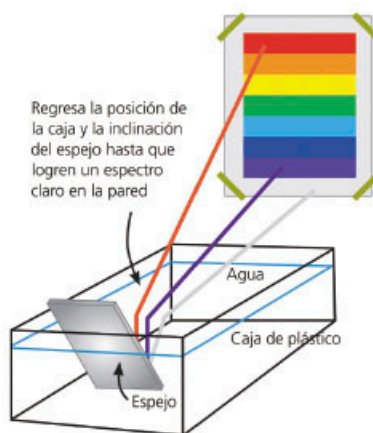
Formula algunas preguntas que podrías responder con este experimento. Por ejemplo:

¿Se puede obtener el arcoíris o espectro visible si la caja no tiene agua?, ¿cuántos colores se pueden ver?, ¿influye en el resultado final el ángulo al que se coloca el espejo o la cantidad de agua?, ¿por qué sale mejor el experimento a ciertas horas del día?, ¿qué ocurre cuando el espectro se ve a través de los diferentes papeles de celofán?

#### Desarrollo

1. Haz el experimento en un día soleado y en la mañana o al atardecer cuando el sol está en la parte baja del cielo.

2. Pon agua en la caja y coloca el espejo con la plastilina en un ángulo, de forma que reciba la luz directa del sol.
3. Proyecta en la cartulina o pared blanca el reflejo de la luz del sol que pasa por el agua (figura 10.7).
4. Observa el reflejo a través de los diferentes papeles celofán.
5. Documenta tus resultados con fotografías.



**Figura 10.7** Disposición experimental para observar el espectro

## Análisis de resultados

1. Responde las preguntas que utilizaste en tu indagación (predicción).
2. Compara tus respuestas con las de tus compañeros. Intercambia ideas y decide cuál respuesta consideras más certera. Explica por qué.

El color que se percibe o registra obedece a tres variables: al sensor (que puede ser nuestro ojo o una cámara fotográfica), al color del objeto y a la iluminación. El que percibamos un color de determinada manera depende del sistema visual y de la interpretación de nuestro cerebro.

Como ya se mencionó antes, nuestros ojos tienen dos tipos de células sensibles a la luz o fotorreceptoras: los bastones y los conos. Estos últimos son los responsables de la visión en color y responden a tres colores bien definidos: al azul violáceo, al verde y al rojo que, al combinarse, forman luz blanca. La **figura 10.8** muestra la respuesta de los tres tipos de conos a la luz visible. Observa que, en el espectro, dos tipos de conos responden a la zona verde y naranja, que es donde está ubicado el pico de sensibilidad de nuestra visión (que es muy buena en el verde y en el amarillo) y es mínima en la zona de los azules; también podrás observar que en el eje horizontal se indica *longitud de onda en nanómetros*. La longitud de onda que describe qué tan larga es la onda, corresponde a la distancia entre dos crestas o dos valles consecutivos.

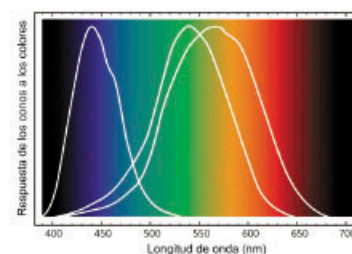
5. Investiga cómo es la representación de una onda. Después, elabora un diagrama e indica los siguientes elementos: cresta, valle, amplitud y longitud de onda.

Es posible hacer el experimento contrario al de Newton; esto es, en vez de descomponer la luz blanca a través de un prisma, hacer una síntesis aditiva con luces de colores. Para esto se necesitan tres luces potentes con los colores azul violáceo, rojo y verde que llamamos *primarios* o *sistema RGB* por sus siglas en inglés (*red, green and blue*). La **figura 10.9** muestra el resultado de combinarlos.

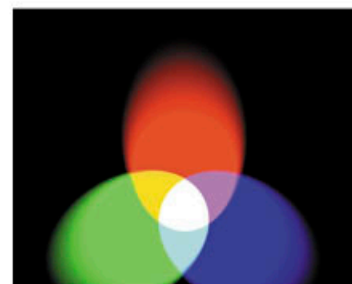
Una aplicación tecnológica de la descomposición y síntesis de la luz de tres colores (azul, verde y rojo) la tenemos en las cámaras digitales que tienen un sensor. En los modelos más recientes, para simular mejor la percepción humana al color, estos sensores tienen el doble de píxeles verdes que de los otros dos colores; las pantallas de televisión a color también utilizan estos tres colores para formar las imágenes (**figura 10.10**). Las unidades de longitud de la figura que muestra la sensibilidad de los tres tipos de conos regresan al punto central de la lección: "¿Qué es la luz?". A lo largo de la historia, esta ha sido una pregunta que ha inquietado a muchas mentes.

En un intento de explicación del fenómeno macroscópico, han existido dos modelos: 1. Que la luz está formada por partículas y que su trayectoria es lo que observamos como una línea recta (rayo); Newton era partidario de este modelo. 2. Que la luz es una onda, ya que tiene la capacidad de rodear los objetos, como lo hacen las ondas. Grimaldi (1618-1663) atribuyó los diferentes colores a diferentes longitudes de onda. Estas dos posturas se han mantenido hasta el siglo xx y se regresará a este punto más adelante.

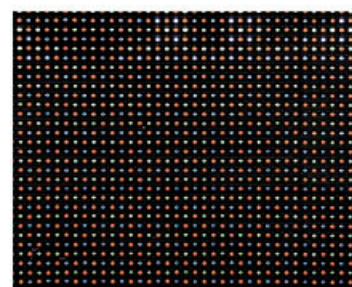
6. Revisa tus respuestas de la Situación A del inicio y complétalas con la información que ahora tienes. Discute tus nuevas respuestas con tu grupo.



**Figura 10.8** Respuesta al color de los conos en el ser humano



**Figura 10.9** Formación de colores a partir del rojo (R), verde (G) y azul (B)



**Figura 10.10** Representación de pantallas led con los tres colores primarios



Figura 10.11 Imagen térmica de una casa

## Luz infrarroja

En 1800, William Herschel (1738-1822) investigaba si las temperaturas de todos los colores del arcoíris eran iguales. Para esto colocó un termómetro en cada color del espectro obtenido con un prisma de forma similar al de Newton, y dos termómetros lejos del mismo para que sirvieran de referencia. Para su sorpresa encontró que la temperatura aumentaba al ir del violeta al rojo y que la temperatura medida en los colores del espectro era mayor que la temperatura registrada en los dos termómetros de control. Después de esto colocó un termómetro al lado del rojo, donde aparentemente no había luz, y descubrió que esta región tenía la temperatura más alta.

Esto mostró que había luz que no podía ser percibida por los humanos. Herschel llamó a esta zona *rayos caloríficos*; actualmente se le conoce como *infrarrojo* (IR) que quiere decir "debajo del rojo". Esta fue la primera experiencia en mostrar que el calor puede transmitirse por una forma invisible de luz llamada *radiación*. La radiación IR brinda información de la temperatura de los objetos; es emitida por cualquiera que tenga una temperatura mayor a 0 K. Cuando los objetos están a mayor temperatura radian más calor y más luz infrarroja. Una cámara termográfica reproduce la información como una falsa imagen de color para hacerla visible al ojo humano (figura 10.11).

### 7. Investiga qué es un invernadero y cómo se puede crear.

Con base en lo investigado explica por qué aumenta tanto la temperatura en el interior de un automóvil cerrado durante un día soleado. ¿El aumento de la temperatura sería igual si los vidrios estuvieran cubiertos con una cortina negra?

#TIC TAC



En 2006 se publicó un documental que habla acerca del calentamiento global y su relación con el efecto invernadero. Puedes verlo completo y de forma gratuita en [redtr.mx/SSPCF2-132a](http://redtr.mx/SSPCF2-132a).

## EXPERIMENTA

### Efecto invernadero

El propósito de esta actividad es que repliques el efecto invernadero para identificar el aumento de temperatura debido a la radiación infrarroja.

#### Materiales

- Tres termómetros iguales
- Dos recipientes de vidrio iguales y un tapón de hule o algodón para cerrarlos
- Un soporte para sujetar un termómetro
- Cartulina negra

#### Predicción

- Si se colocaran dos frascos de vidrio iguales y sellados bajo la luz solar, ¿cómo sería su temperatura al pasar el tiempo? Esboza sus gráficas en tu cuaderno.
- Supón ahora que uno de los frascos de vidrio es de color oscuro; traza con un color diferente cómo supones que sería su gráfica.

#### Desarrollo

1. Prueba que los tres termómetros indiquen la misma temperatura antes de empezar el experimento.
2. Forra uno de los recipientes con la cartulina negra.
3. Coloca dos termómetros dentro de los recipientes y ciérralos para que no salga el aire.
4. Ubica el tercer termómetro en un soporte de manera que no toque ninguna superficie.
5. Pon el conjunto al Sol.
6. Registra las temperaturas iniciales y posteriormente cada 5 minutos.
7. Haz una gráfica de temperatura contra tiempo del registro de los tres termómetros.

## Análisis de resultados

1. ¿Cómo explicas la variación en los tres termómetros?
2. ¿Qué relación tiene este resultado con la radiación infrarroja?
3. ¿Cómo explicas la variación en los tres termómetros?
4. ¿Qué relación tiene este resultado con la radiación infrarroja?
5. Explica con tus palabras en qué consiste el efecto invernadero en la atmósfera terrestre.

La luz del Sol que llega a la Tierra produce en esta un aumento de temperatura. De esta manera la Tierra radia en infrarrojo, pero mucha de esta radiación es absorbida y reemitida por la atmósfera. A este proceso se le conoce como *efecto invernadero* y es lo que ha hecho posible tener condiciones para el desarrollo de la vida (figura 10.12).

La temperatura promedio del planeta es el resultado del calentamiento por absorción de los rayos del Sol, del enfriamiento por emisión infrarroja y del efecto invernadero. El aumento en la concentración de gases como el dióxido de carbono está produciendo absorción de la radiación infrarroja, lo que conlleva a un aumento global de la temperatura conocido como *cambio climático global*.

El IR tiene un uso generalizado en los controles remotos de televisión y conexiones periféricas de las computadoras, ya que no interfiere con otras señales, como las de radio.

## Luz ultravioleta

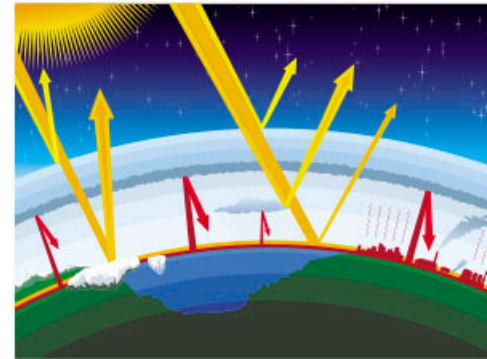
Cuando Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) se enteró del descubrimiento de Herschel decidió investigar si también existía luz no visible para el humano en el extremo violeta del espectro. En 1801 hizo un experimento similar al de Herschel, pero, en vez de termómetros, colocó cloruro de plata en cada zona del espectro. Ritter había escuchado que esta sal se oscurecía con el azul más que con el rojo, por lo que observó el oscurecimiento en cada color, que resultó ser prácticamente nulo para el rojo y notable en la parte violeta, pero con una reacción mucho mayor en la zona más allá del violeta, donde él no percibía ninguna luz; a esta zona la llamó *rayos químicos*, y ahora la conocemos como *ultravioleta*. Los experimentos de Herschel y Ritter probaron que existía luz no visible para los humanos.

La luz ultravioleta (UV) tiene una longitud de onda más corta que la de la luz visible, y se encuentra entre esta y los rayos X, con longitudes de onda entre 380 nanómetros (nm) y 10 nm. Las ondas ultravioleta de longitudes cercanas a los rayos X son germicidas y se utilizan para esterilizar equipo quirúrgico. Esta radiación es bloqueada totalmente por el ozono en la atmósfera.

La zona media del UV es la responsable del bronceado y puede producir quemaduras en la piel, por eso es necesario utilizar bloqueador solar. La mayoría de los rayos UV cercano al visible llegan hasta la superficie de la Tierra, pero no dañan los tejidos.

Muchas flores reflejan el UV cercano para marcar el camino al néctar. La figura 10.13 es una fotografía a falso color (ya que los humanos no percibimos el UV) en esta zona del espectro. Si pudiéramos ver el mundo a través de los ojos compuestos de una abeja nos parecería completamente diferente a lo que estamos acostumbrados.

Las abejas perciben la radiación electromagnética en un rango de longitud de onda más corto, desde unos 300 nm (radiación UV) hasta 650 nm (amarillo), a diferencia del humano que ve aproximadamente de 400 nm a 700 nm.



**Figura 10.12** La radiación infrarroja queda atrapada en la atmósfera y produce un efecto invernadero.



Percepción del ojo humano



Percepción de una abeja

**Figura 10.13** La percepción del color depende del sensor. En este caso, el ojo de la abeja percibe el reflejo UV. La fotografía UV está en falso color.



Puedes profundizar en la historia visitando las salas de la luz en el museo virtual en [redir.mx/SSPCF2-133a](http://redir.mx/SSPCF2-133a).

## #FUENTE



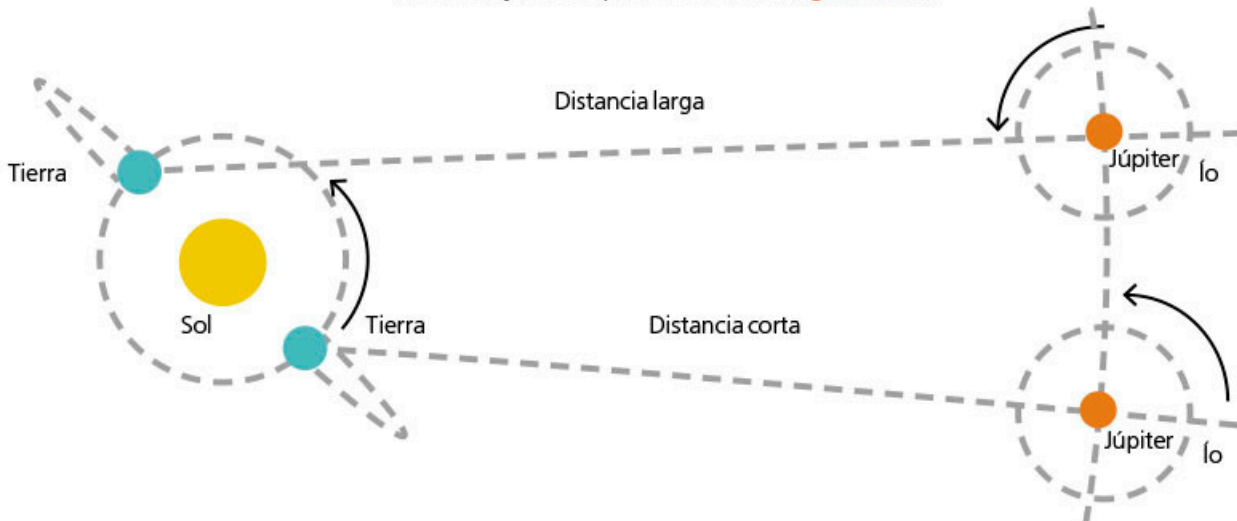
La luz UV tiene gran cantidad de aplicaciones; sin embargo, la exposición prolongada es peligrosa para el cuerpo humano, por lo que es importante conocer sus propiedades. Puedes leer más en [redir.mx/SSPCF2-134a](https://redir.mx/SSPCF2-134a).

Ío es uno de los satélites naturales de Júpiter que causó gran interés entre los científicos por presentar actividad volcánica. Si te interesa la astronomía, este es un buen momento para conocer más acerca de este satélite en [redir.mx/SSPCF2-134b](https://redir.mx/SSPCF2-134b).

## Velocidad de la luz

Otro motivo de investigación durante muchos años fue si la luz se transmitía de manera instantánea o tenía una velocidad definida. Galileo (1564-1642) intentó calcular una medida colocando a dos personas con lámparas a una distancia determinada; el primero descubría su lámpara y ponía a funcionar un reloj y el segundo descubría la suya cuando percibía la luz de la lámpara de su compañero; en este momento el otro paraba su reloj. Este experimento no sirvió para tener la velocidad de la luz, pues los relojes eran muy malos y el método muy rudimentario, pero sirvió para que Galileo especulara que la velocidad de la luz era muy alta: al menos diez veces mayor que la velocidad del sonido en el aire, que es de 3.4 km/s. Por su parte, Descartes (1596-1650) pensaba que la transmisión era instantánea.

Con la observación de los eclipses de las lunas de Júpiter, en particular la de Ío, se dedujo que la velocidad de la luz era finita. Olaff Römer (1664-1710) observó, a lo largo de un año, el comportamiento del satélite Ío, que tiene un periodo orbital de poco menos de dos días y una órbita prácticamente circular. Se dio cuenta de que el momento predicho para el eclipse se iba retrasando a lo largo del año, hasta llegar a casi diez minutos. Como la Tierra no podía estar afectando el eclipse en Júpiter, en 1676 dedujo que la diferencia en el tiempo se debía a que la luz tenía que viajar diferentes distancias, por lo que su velocidad era finita y que este desfase dependía de si la Tierra se alejaba de Júpiter o se acercaba (figura 10.14).



**Figura 10.14** La observación de los eclipses de Ío y el retraso que estos sufren a lo largo del año, permitió deducir que la velocidad de la luz no es infinita.

Römer no calculó la velocidad de la luz, pero con sus datos pudo haber calculado que la velocidad de la luz es de unos 215 000 km/s, lo que implica una muy buena aproximación al valor de la velocidad de la luz en el vacío aceptado actualmente, que es igual a 299 792 km/s. En 1849, Hippolyte Fizeau (1819-1896) hizo la primera medición precisa de la velocidad de la luz en Tierra con un método semejante al de Galileo: en vez de que una persona destapara y tapara una linterna, utilizara una rueda con 720 dientes que giraba a velocidad constante. La velocidad obtenida por este método fue de 313 000 km/s.

Trece años más tarde, en 1862, León Foucault (1819-1868) utilizó un espejo giratorio y un espejo fijo en vez de una rueda dentada. El valor que obtuvo para la velocidad de la luz en el aire fue de 298 000 km/s. La distancia entre los dos espejos era de 5 m, por lo que el experimento se podía hacer en un tubo lleno de agua y medir la velocidad de la luz en el agua.

Se sabía que, si la velocidad de la luz en el agua era mayor que en el aire, la luz respondía al modelo corpuscular y si era menor, el modelo correcto era el ondulatorio. La velocidad de la luz obtenida en el agua fue menor que la velocidad en el aire: 226 000 km/s, por lo que el experimento confirmaba que el modelo correcto para la luz era el ondulatorio.

## Maxwell y la teoría electromagnética

Anteriormente se estudiaron manifestaciones y aplicaciones de la electricidad, y se puso énfasis en la electrostática y fenómenos e interacciones magnéticas. En estas dos lecciones vimos que los fenómenos eléctricos y magnéticos son distintos, aunque muy semejantes. Entre las semejanzas están que los imanes interactúan entre sí, aunque no se toquen; también interactúan las cargas. En ambos casos, se altera alguna propiedad del espacio a su alrededor. Con las limaduras de hierro fue posible visualizar el campo magnético; de igual forma, los objetos cargados también crean un campo eléctrico que interactúa con otras cargas eléctricas. Al final de la secuencia pasada se presentó el experimento de Oersted, en el que las cargas eléctricas en movimiento producen un campo magnético, y construiste un electroimán para confirmar este fenómeno. Luego se mencionó el trabajo de Faraday, que muestra que un campo magnético móvil produce una corriente en una bobina.

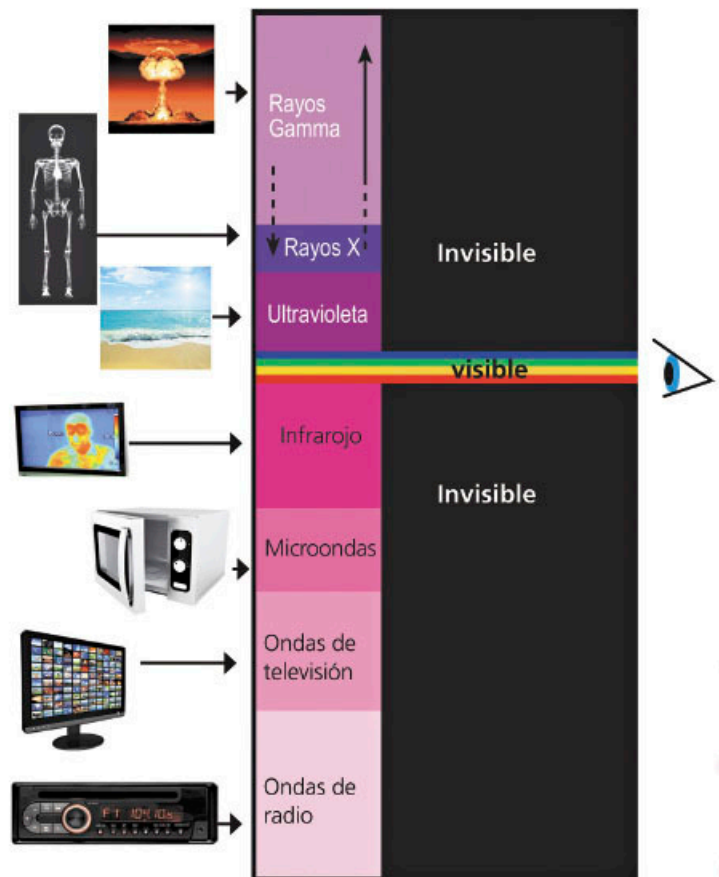
En 1845, al estar trabajando con un imán y luz polarizada, Faraday concluyó que la fuerza magnética y la luz son fenómenos relacionados. En 1864, se publicó un trabajo teórico de James Clerk Maxwell (1831-1879) basado en los trabajos experimentales de Faraday, Ampère y Gauss, de los que hizo una síntesis y concluyó que los campos magnéticos variables inducen campos eléctricos variables que, a su vez, inducen campos magnéticos que son perpendiculares entre sí. Este proceso cíclico originaba una onda electromagnética; es decir, que lo que se propaga es un campo electromagnético oscilante, o bien, que el campo fluctúa de un lado a otro.

Aunque las ecuaciones sugerían la existencia de ondas electromagnéticas, estas nunca habían sido observadas. Al calcular la velocidad de la onda electromagnética, Maxwell encontró que coincidía con la velocidad de la luz, en el aire, obtenida pocos años antes por Foucault. Este resultado lo llevó a proponer que la luz visible es una onda electromagnética. De esta manera su teoría no solo unificaba la electricidad y el magnetismo, sino que incluía a la luz visible como una radiación electromagnética. Maxwell predijo que podían existir ondas electromagnéticas de muchas frecuencias diferentes y todas se propagarían a la velocidad de la luz, pero sus contemporáneos no le creyeron; hacía falta producir y detectar ondas electromagnéticas experimentalmente, que fueran diferentes de la luz visible.

La **figura 10.15** muestra el espectro electromagnético, que es el conjunto formado por todas las ondas electromagnéticas ordenado de acuerdo con su longitud de onda o frecuencia.

Existen ondas llamadas *mecánicas* que necesitan un medio para propagarse, tal es el caso del sonido que requiere de medios como el aire para viajar; o las olas en agua, ya que no podrían propagarse sin esta. Cuando se descubrió que la luz era una onda se pensó que también necesitaba de un medio de propagación al que se le llamó *éter*. Para demostrar la existencia de este medio, Michelson y Morley diseñaron un experimento; sin embargo, encontraron justo lo contrario, es decir, demostraron la inexistencia del éter. Por este descubrimiento recibieron el Premio Nobel de Física. Dicho resultado mostró que la luz viaja por el espacio vacío y, por lo tanto, no es una onda mecánica.

**Figura 10.15** Diferentes zonas del espectro electromagnético con algunas aplicaciones asociadas. Nota que la zona visible es muy pequeña.





## #TIC TAC



Las ondas de radio se producen mediante el movimiento de electrones y se utilizan en gran parte en las telecomunicaciones. Puedes darte una idea de su uso con la simulación de descarga gratuita en la página web [redir.mx/SSPCF2-136a](http://redir.mx/SSPCF2-136a).

## #DATO



El Hertz (Hz) es la unidad de frecuencia en el Sistema Internacional de unidades. La frecuencia corresponde al número de repeticiones o ciclos por segundo. La *frecuencia* tiene una relación inversa con el concepto *longitud de onda*: a mayor frecuencia menor longitud de onda y viceversa.

## 8. Forma equipo con otros dos compañeros e investiguen qué es una onda.

- De forma individual hagan un dibujo en el que indiquen sus características esenciales: ¿de qué depende la velocidad a la que se propaga? Las ondas pueden reflejarse, refractarse, difractarse y tener interferencia destructiva o constructiva. Investiguen qué significa cada uno de estos fenómenos.
- Diseñen un experimento en el que observen ondas y los diferentes fenómenos asociados a ellas.
- Comparte tu diseño con tus compañeros y, como equipo, completen uno.
- Si tienen acceso a un teléfono celular con opción de grabar video, hagan uno con los resultados de su indagación para compartir con los compañeros de su grupo. Si además cuentan con la opción de reproducir los videos en cámara lenta, utilícenla para ilustrar los diferentes fenómenos.

## Descubrimiento de las ondas de radio

En 1888, Heinrich Hertz (1857-1894) descubrió las ondas de radio al hacer saltar chispas entre dos electrodos. Cada chispa perceptible era, en realidad, una serie de chispas muy pequeñas que brincan rápidamente entre las terminales. Hertz encontró que podía controlar la frecuencia de estos brincos, oscilaciones, con solo cambiar el tamaño entre las terminales de los electrodos. Comprobó que estas ondas tenían todas las propiedades conocidas de la luz: reflexión, refracción, difracción, absorción e interferencia, midió su longitud de onda y frecuencia, calculó su velocidad y resultó ser la de la luz, como lo había predicho Maxwell.

Hertz demostró la existencia de ondas electromagnéticas, con velocidad y comportamiento igual al de la luz visible. En su honor, la unidad de frecuencia de las ondas lleva su nombre: Hertz (Hz).

Las ondas de radio se usan extensamente en las comunicaciones. Como las ondas electromagnéticas viajan en línea recta, si pretendemos enviar una señal de radio a larga distancia, dado que la Tierra tiene una superficie esférica, la señal se alejará de la superficie de la Tierra y se perderá en el espacio. En cambio, las ondas de radio tienen la propiedad de reflejarse en las capas altas de la atmósfera, en concreto en la ionosfera (figura 10.16).

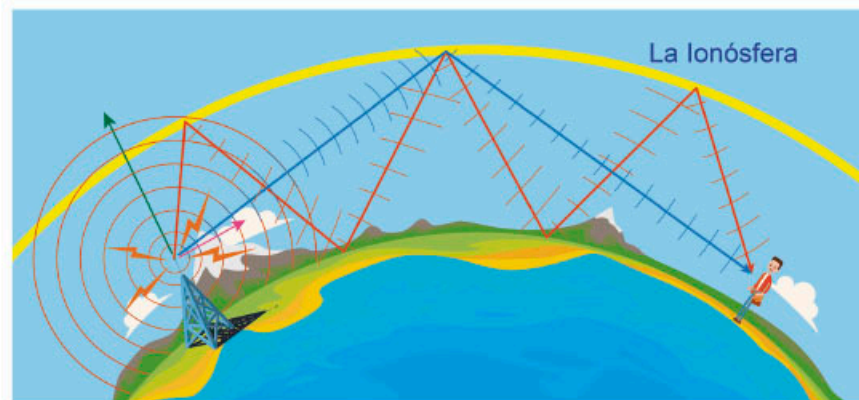


Figura 10.16 Las ondas de radio se reflejan en la ionosfera.

Las ondas de radio tienen mayor longitud de onda que el infrarrojo, sus longitudes van de unos cuantos milímetros hasta cientos de kilómetros, lo que corresponde a frecuencias entre 3 Hz y 300 GHz. Este tipo de ondas se utiliza actualmente en las comunicaciones, no solo de radio y televisión sino de telefonía celular. Nuestro celular actúa como emisor y receptor de ondas electromagnéticas, en la zona conocida actualmente como *microondas*. Las microondas que usamos para cocinar y en las

comunicaciones son longitudes de onda de radio cortas, desde unos cuantos milímetros a cientos de milímetros.

Estas ondas se utilizan en numerosos sistemas, como dispositivos de transmisión de datos, radares y hornos de microondas. Uno de los telescopios más modernos de México está ubicado en Puebla y funciona en esta frecuencia. La longitud de onda de la radiación de microondas se sitúa entre 1 mm y 1 m; por tanto, es mucho mayor que la radiación infrarroja.

9. Retoma y completa tus respuestas de la Situación B de la página 128.

## Rayos X y rayos gamma

Se sabía que el cloruro de plata se podía oscurecer con la luz visible, pero no fue sino hasta que Ritter hizo un experimento sistemático que se encontró la luz ultravioleta. Tesla ya había comentado el problema de esta radiación para los seres vivos; sin embargo, fue Wilhelm Röntgen (1845-1923) quien descubrió los rayos X en 1895. Supuso que los **rayos catódicos** producían una radiación muy penetrante y utilizó una placa fotográfica y la mano de su esposa para mostrar que los objetos eran más o menos transparentes a estos rayos (figura 10.17). Como no sabía lo que eran, los llamó rayos X.

Desde hace tiempo los rayos X son utilizados para poder “ver” a través de la piel y tejido muscular. Las imágenes de rayos X se usan con fines médicos en busca de fracturas de huesos o caries dentales. La exposición a cantidades altas de rayos X puede producir quemaduras, cáncer, esterilidad o náuseas. La dosis determina si un efecto se manifiesta y con qué severidad; en general, la exposición a dosis bajas, como durante la toma de una radiografía, no son perjudiciales. Por otra parte, cada vez son más comunes los detectores de metales (figura 10.18) que se basan en un equipo de rayos X que funciona a energías menores que los equipos médicos. Los rayos X que llegan a la Tierra desde el espacio son absorbidos por nuestra atmósfera.

Los rayos gamma tienen las longitudes de onda más cortas y las frecuencias más altas del espectro, por lo tanto, son muchísimo más energéticos que los **fotones** de luz visible. La radiación gamma es producida por elementos radioactivos o procesos atómicos, también en fenómenos astrofísicos como explosiones de supernovas.

## Espectro electromagnético

El espectro visible es una pequeña parte del espectro electromagnético. La luz visible es una forma de radiación electromagnética que nos es muy familiar.

Hay otras formas de radiación electromagnética con las que convivimos todo el tiempo y que son de suma importancia en la comunicación y que no percibimos a simple vista. Estas son las ondas de radio y las microondas que forman el espectro electromagnético con los rayos X y gamma, así como con la luz ultravioleta (UV) e infrarroja (IR).

En la figura 10.19 (p. 138), observa algunos datos que corresponden al espectro electromagnético que te permitirán tener una visión global del mismo. En una línea está el nombre común de cada zona o banda del espectro, y se muestran los valores de frecuencias relacionados con cada banda, así como las longitudes de onda correspondientes. Las ondas de radio ocupan un extremo del espectro con frecuencias de 105 Hz y longitudes de onda de 103 m, mientras que en el otro extremo están los rayos gamma con frecuencias de 10<sup>21</sup> Hz, altísima energía y longitudes de onda de 10 m a 12 m. Como estos números son muy difíciles de imaginar, se ha incluido en la figura un renglón con tamaños de referencia de objetos más o menos conocidos y se han añadido algunas aplicaciones en la vida moderna de las diferentes zonas del espectro.



Figura 10.17 Primera radiografía de Röntgen



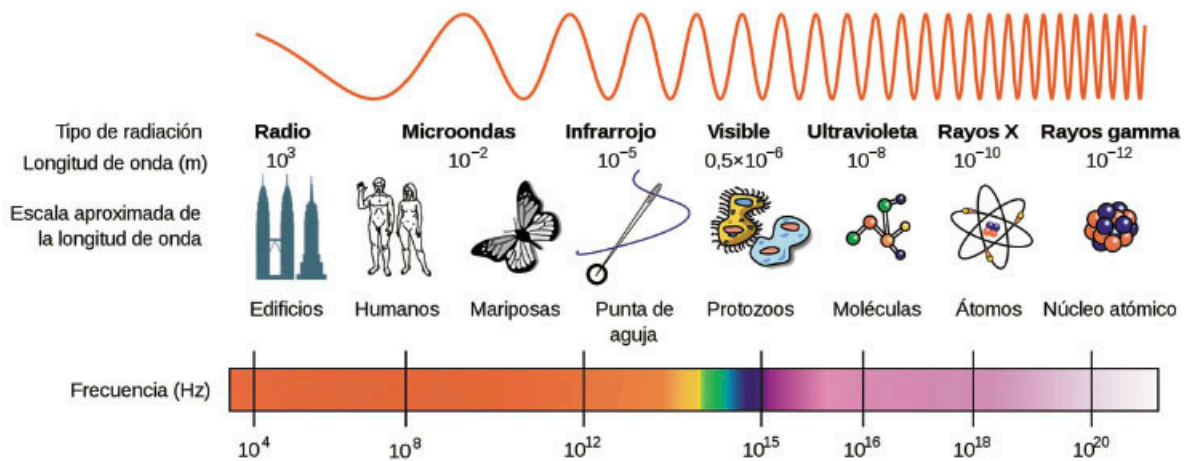
Figura 10.18 Maleta vista a través de un arco detector de metales en un filtro de seguridad

## GLOSARIO



**Rayos catódicos:** haces, o rayos, de electrones observados en tubos al vacío.

**Fotones:** las partículas que componen la luz.



**Figura 10.19** Espectro electromagnético con valores comparativos de longitud de onda y frecuencia. En el esquema, los intervalos de frecuencia son aproximados.

## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

### 10. Reúnete con un compañero y resuelvan lo siguiente.

En las páginas anteriores se hizo una descripción de cada parte del espectro electromagnético. Utilicen la figura anterior para ubicar todas las características de cada zona espectral.

### 11. Organízate en equipo con tres o cuatro compañeros para investigar acerca del desarrollo de las telecomunicaciones.

a) Cada uno elija un tema a investigar: video, internet, televisión, telefonía celular, telégrafo, radio, radio de onda corta, teléfono fijo y comunicación satelital (figura 10.20).



**Figura 10.20** Comunicación a escala mundial

b) De cada tema lleven a cabo lo siguiente:

- Describan en qué consiste ese medio de comunicación.
- Identifiquen los acontecimientos relacionados con la física, que hicieron posible su desarrollo.
- Hagan una cronología.
- Representen, por medio de dibujos, cómo ha cambiado el estilo de vida gracias a ese avance.

## #FUENTE



Ahora que sabes más acerca de la luz, puedes saber cómo se concebía hace muchos años y cómo evolucionaron los conceptos físicos relacionados con ella a lo largo de la historia, consulta el libro *La luz* de Ana María Cetto, el cual se encuentra disponible en [redir.mx/SSPCF2-138a](http://redir.mx/SSPCF2-138a).

- Elaboren en su cuaderno una línea del tiempo de estos avances donde se haga una pequeña descripción de cada uno.
- Presenten su trabajo al resto del grupo mediante un video o muestra digital de diapositivas.

**12. Forma pareja con un compañero e investiguen lo que se indica.**

- ¿Cómo funcionan los periféricos inalámbricos de las computadoras?, ¿dónde está el emisor, el receptor y a qué longitud de onda funcionan?
- ¿Qué es la tecnología Bluetooth, para qué sirve, con qué dispositivos se utiliza, y a qué longitud de onda funciona?

**13. Elaboren un glosario con al menos diez de los conceptos más importantes de esta lección.**

- Comparen su propuesta con las de otros equipos.
- Entre todos elijan los conceptos más importantes del tema y hagan con ellos un organizador gráfico referente a las ondas electromagnéticas.

**14. Si observas una camiseta que es roja a la luz del día, ¿de qué color se ve con la llamada luz negra y por qué? (Figura 10.21). Explica tu respuesta.**

**15. Analiza lo que sigue y responde la pregunta.**

Hay un dicho que expresa “en la oscuridad, todos los gatos son pardos”. Evidentemente no se refiere a oscuridad total porque no podríamos ver nada, sino a un nivel muy bajo de intensidad luminosa. Lo que significa este refrán es que a poca intensidad luminosa los seres humanos no somos capaces de distinguir los colores.

- ¿Es cierto que con poca intensidad luminosa percibimos con un mismo tono una mochila roja que una planta verde?

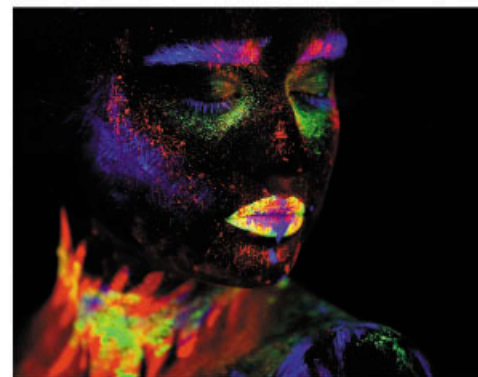
**16. Si puedes tener acceso a un horno de microondas, utilízalo para medir la velocidad de la luz. A continuación, se explica cómo proceder.**

- Quita la pieza de plástico que está en el eje de giro para evitar que el plato dé vueltas. Coloca sobre él un papel encerado con tiras de queso para fundir a lo largo del microondas. Haz funcionar el horno durante unos 30 segundos y observa lo que ocurre.
- Mide la distancia entre los puntos de queso no fundido. ¿Qué estás midiendo en realidad? Ten en cuenta que en el interior de este horno se producen ondas estacionarias (figura 10.22).
- Con estos datos puedes obtener la longitud de onda. Busca la frecuencia de las microondas en la etiqueta del electrodoméstico. La velocidad de la luz es el producto de la longitud de onda por la frecuencia.
- Compara tus respuestas con las de tus compañeros. En caso de que sean diferentes, expliquen a qué se debe.

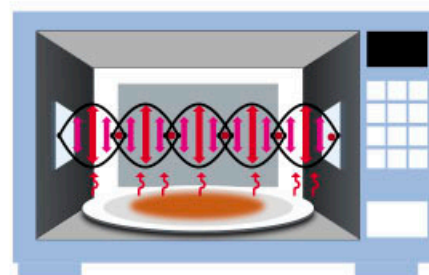
**17. Lee el siguiente texto, intercambia ideas con tus compañeros y responde lo que se pide.**

La capa de ozono bloquea la radiación UV que proviene del Sol. En 1985 se descubrió que esta capa se había adelgazado mucho en la zona de la Antártida (figura 10.23). El mexicano Mario Molina, junto con otros científicos investigaron los efectos dañinos de este fenómeno y alertaron al mundo.

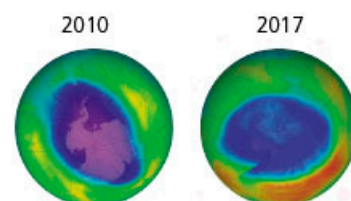
- Con lo que aprendiste en esta lección explica por qué la radiación UV puede ser dañina para la vida en la Tierra.



**Figura 10.21** Persona iluminada con luz negra



**Figura 10.22** Experimento para medir la velocidad de la luz con un microondas



**Figura 10.23** El agujero de la capa de ozono en el 2017 fue el más pequeño desde 1988.

**Eje:** sistemas

**Tema:** sistemas del cuerpo humano y salud

**Aprendizaje esperado:** identifica las funciones de la temperatura y la electricidad en el cuerpo humano. Describe e interpreta los principios básicos de algunos desarrollos tecnológicos que se aplican en el campo de la salud.

### MIS PRIMERAS IDEAS

A lo largo de esta secuencia descubrirás relaciones entre fenómenos físicos y el funcionamiento del cuerpo humano, así como avances en el cuidado de la salud que se basan en principios físicos. Encontrarás una fuerte relación con temas vistos en primaria en los bloques relacionados con el cuerpo humano y la salud. En esta secuencia se hará énfasis en los principios físicos involucrados.

1. Lee las siguientes preguntas, reflexiona y responde. Después reúnanse en equipos pequeños para discutir las respuestas.

Argumenten el porqué de sus explicaciones.

#### Situación A: La física y nuestros sentidos

- En la figura 11.1 aparecen representados los cinco sentidos que tiene el ser humano. ¿Qué relación tiene el funcionamiento de estos con fenómenos estudiados por la física? Haz una tabla relacionándolos y utiliza una columna para explicar la relación.
- En estos sentidos no aparece el cerebro, pero en la figura 11.1 lo representan en el centro de los cinco. Explica por qué.
- ¿La información al cerebro llega de la misma forma que la luz a nuestros ojos o el sonido a nuestros oídos?

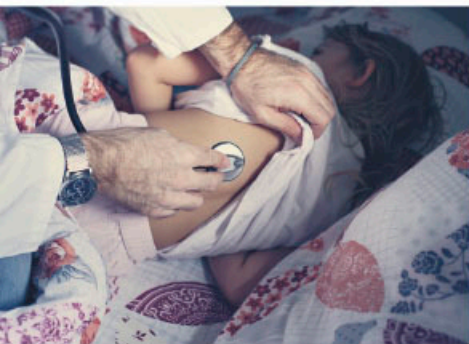


Figura 11.2 Exploración médica

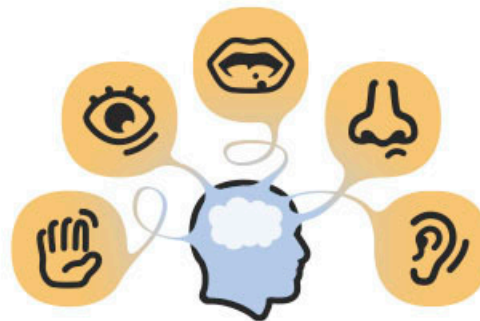


Figura 11.1 ¿Qué función desempeña el cerebro en la percepción?

#### Situación B: La física y la regulación de la temperatura

- En primaria estudiaste que el ser humano es un animal de sangre caliente. ¿Cuál es la temperatura corporal del ser humano?, ¿cómo regula la temperatura nuestro cuerpo?, ¿por qué nos sentimos a gusto cuando la temperatura ambiente está alrededor de 20 °C si nuestro cuerpo está a mayor temperatura?

#### Situación C: Exploración del cuerpo humano mediante instrumentos

- El interior de nuestro cuerpo está en movimiento: la sangre fluye, respiramos continuamente, el corazón late más despacio cuando estamos dormidos y más rápido cuando corremos. ¿Conoces alguna variable física que pueda medir esto?, ¿qué instrumentos se utilizan?, ¿todas estas magnitudes tienen relación con alguna propiedad física? (Figura 11.2)
- La figura 11.3 muestra los signos vitales de una persona. Investiga el significado de estos datos, ¿alguno de ellos está fuera de rango?



Figura 11.3 Representación de signos vitales

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

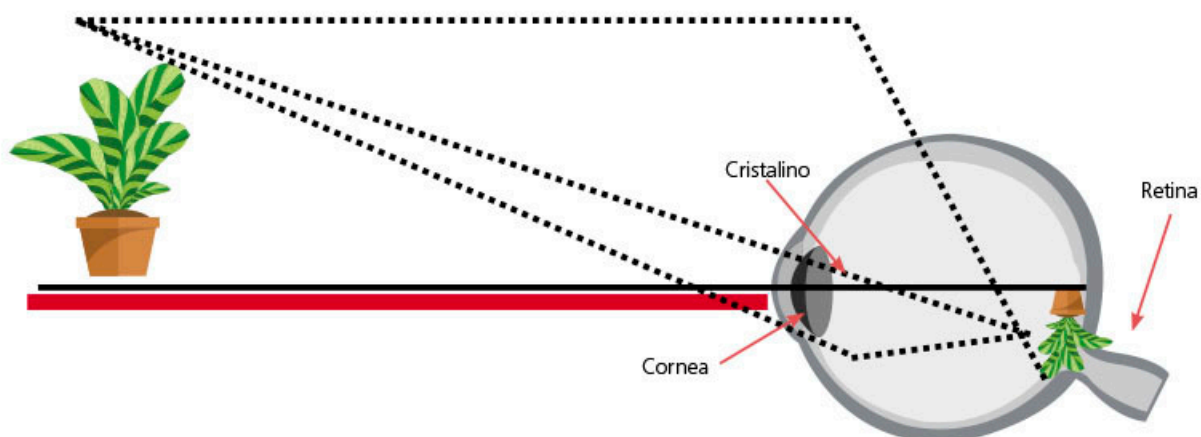
### Los sentidos

Nuestros sentidos tienen diversos sensores capaces de detectar estímulos diferentes, ya sean de tipo físico o químico. Los estímulos físicos que perciben son de tipo mecánico, térmico o electromagnético. Evidentemente, los fenómenos relacionados con la temperatura y la electricidad tienen componentes físicos, biológicos y químicos. En la secuencia se hará referencia a los fenómenos físicos y a sus consecuencias biológicas.

#### 2. Identifica en cuáles de nuestros sentidos los procesos de detección son principalmente físicos y en cuáles son químicos.

En la secuencia anterior, relacionada con ondas electromagnéticas se te solicitó que investigaras el funcionamiento del ojo humano. En la **figura 11.4** se representa el objeto y cómo observa el ojo si existe una fuente luminosa. De esta forma percibimos los objetos no luminosos. ¿Qué sucede con la luz cuando incide en nuestro ojo?

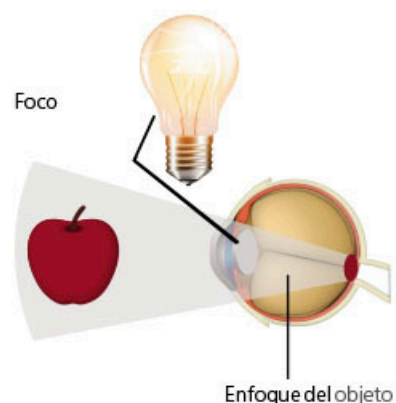
Dentro del ojo la luz cambia su velocidad cuando pasa por la córnea y el cristalino, y se enfoca en la retina. La **figura 11.5** muestra los trazos utilizados en óptica geométrica para localizar la posición de la imagen y obtener el tamaño de esta, respecto del objeto.



La retina es un tejido sensible a la luz, compuesta por células fotorreceptoras al color y a la intensidad luminosa. Cuando la luz incide en estas células se produce un impulso nervioso que es transmitido por el nervio óptico hasta el cerebro.

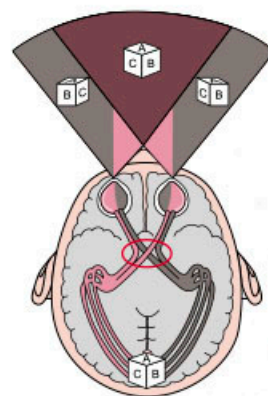
La retina humana contiene 6.5 millones de conos y 120 millones de bastones, que convierten la señal luminosa en eléctrica y la envían al cerebro a través de los axones (ver **figura 11.12**, p. 143) de las neuronas que forman el nervio óptico. Hay más células nerviosas que conos y bastones. Esto se relaciona con la nitidez de la imagen y la velocidad a la que se transmite la sensación visual al cerebro. Pero como tenemos dos ojos, cada uno forma una imagen ligeramente distinta dada por la separación entre los ojos.

Luego, el cerebro interpreta estas dos imágenes y las funde en una sola, lo que da la sensación de tercera dimensión, a esto se le llama *visión binocular* o *estereoscópica* (**figura 11.6**).



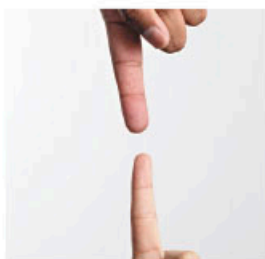
**Figura 11.4** La luz llega a nuestros ojos reflejada por los objetos.

**Figura 11.5** Representación de un objeto y su imagen dentro del ojo, con trazos de óptica geométrica.



**Figura 11.6** La visión binocular corresponde a la zona donde se traslapa la visión de los dos ojos.

La óptica es la rama de la física que se encarga de estudiar la naturaleza y comportamiento de la luz; se divide en óptica física, que estudia el comportamiento ondulatorio de la luz, y en geométrica, que analiza el comportamiento de la luz como rayo. La formación de imágenes, como se muestra en la **figura 11.8**, se puede explicar mediante la óptica geométrica mientras que los diversos colores que vemos se explican mediante la óptica física.

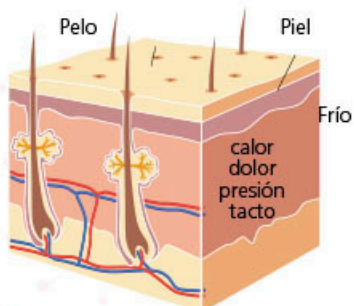


**Figura 11.7** Trata de tocar la punta del dedo de un compañero cuando tienes un ojo cerrado.



**Figura 11.8** Colócala tu mano en el extremo del tubo y muévela hasta que veas lo que está por detrás de ella.

**Figura 11.9** Nuestro sistema auditivo nos permite, entre otras cosas, distinguir la voz de nuestros amigos, saber la dirección del sonido y poder reconocer el peligro.



**Figura 11.10** El tacto posee receptores específicos para la temperatura, dolor, presión y tacto.

### 3. Forma pareja con algún compañero y lleven a cabo la siguiente actividad para probar la visión binocular.

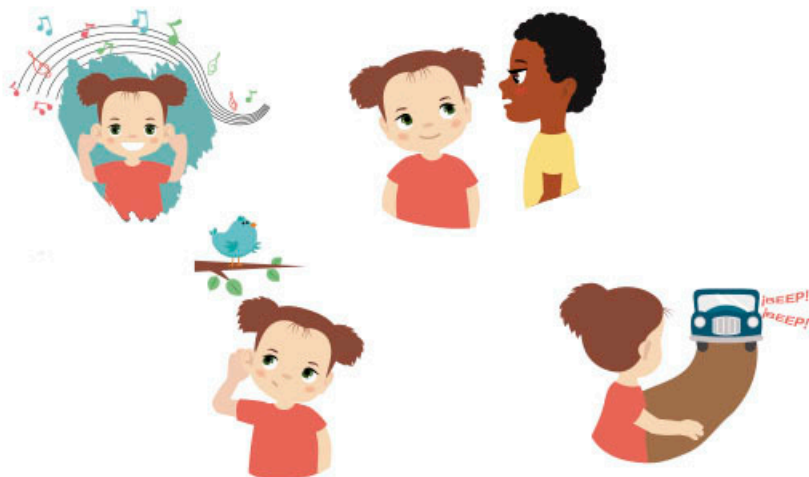
- Suponemos que si nos tapamos un ojo se debe perder la tercera dimensión.
  - a) Tápate un ojo y pide a un compañero que ponga un dedo hacia arriba, trata de tocar la punta del dedo con un solo movimiento rápido (**figura 11.7**). Si esto lo haces con los dos ojos abiertos no es tan difícil, pero no es posible con uno solo porque has perdido parte de la sensación de profundidad.
  - b) Nuestro sentido visual nos permite crear trucos de cosas imposibles; por ejemplo, ver a través de nuestra mano. Para comprobarlo, toma una hoja de papel, enróllala a lo largo y colócala sobre un ojo para ver a lo lejos; sobre el otro ojo pon tu mano y acércala o aléjala hasta que parezca que observas el objeto lejano a través de tu mano (**figura 11.8**). Estás proporcionando una imagen distinta a cada ojo y el cerebro las superpone.

Algo similar ocurre con los oídos, que permiten percibir ondas sonoras. La distancia entre ambos ayuda a nuestro cerebro a interpretar la posición del sonido, lo que se llama *lateralidad*. La transmisión de la onda sonora dentro de nuestro sistema auditivo es inicialmente mecánica, hasta que en el oído interno se transforma en impulso nervioso. Así como los ojos no pueden detectar todo el espectro electromagnético, nuestros oídos tampoco logran percibir todo el espectro sonoro. Tenemos un límite de dolor para la intensidad del sonido. Una exposición prolongada al ruido (como la música a un volumen muy fuerte) puede producirnos sordera (**figura 11.9**).

Pero no solo tenemos capacidad de oír, sino también de producir sonidos. Las frecuencias de los sonidos que podemos producir coinciden con los que podemos detectar y por eso es posible la comunicación a través del lenguaje. Tanto la interpretación de los sonidos como la producción de ellos por nuestro aparato fonador (cavidad bucal, nariz, laringe, cuerdas vocales) está controlado por el sistema nervioso.

El tacto no está localizado en una parte específica de nuestro cuerpo, sino que se encuentra en la superficie de él, en la piel. Funciona como un sensor que mide calor y presión, gracias al cual podemos percibir sensaciones de contacto, temperatura, presión y dolor. A través de él podemos distinguir las texturas de las superficies, como rugoso y suave, y es posible percibir los rayos del sol, el viento, una caricia, etcétera.

A través de la piel percibimos todo tipo de sensaciones, cada una de las cuales tiene receptores específicos: la sensación táctil (contacto), presión, temperatura y dolor (**figura 11.10**). Se estima que en la piel humana existen alrededor de cuatro millones



de receptores para la sensación de dolor, quinientos mil para la presión, 150 mil para el frío y 16 mil para el calor. Las zonas más sensibles al tacto son la punta de los dedos y la lengua. Esto significa que estas zonas tienen mayor cantidad de receptores en relación con el área que cubren y un gran número de neuronas dedicadas a la información sensorial procedente de estas zonas.

Cuando los estímulos superan los límites normales de temperatura (entre 0 °C y 70 °C), presión excesiva o desgarradura de la piel, se traducen como **dolor**. Existen receptores especializados en la sensación de dolor. Es un mecanismo de supervivencia que nos ayuda a evitar que nuestro cuerpo se dañe.

Es maravilloso que la sensación de dolor y la activación muscular que le sigue, ambas relacionadas con la supervivencia, puedan viajar como impulso nervioso a una velocidad de hasta 120 m/s (no todos los impulsos nerviosos viajan a esta velocidad). Existen dos tipos de dolor: el **rápido**, que es agudo, breve y bien localizado, que hace que reaccionemos retirando la parte del cuerpo afectada; y el **lento**, que es un dolor intenso pero difuso, que se mantiene hasta que se alivia la zona dañada. Esta sensación puede provenir también del interior del cuerpo.

Los sentidos del gusto y del olfato tienen un funcionamiento inicial relacionado más con la química que con la física; sin embargo, al igual que en la vista, el oído y el tacto, los sensores especializados traducen la información recibida y la transmiten al cerebro a través de las células como impulso nervioso que es de tipo eléctrico.

**4. Revisa la tabla que elaboraste para la Situación A del inicio de la secuencia, corrígela y complétala con tus nuevos conocimientos.**

**Transformación del estímulo sensorial al impulso eléctrico**

Todos los receptores funcionan más o menos de la misma forma: el receptor capta un estímulo físico o químico, que llega a la neurona a través de las dendritas y modifica la conductividad eléctrica de la membrana de esta **célula nerviosa**. La neurona emite una señal eléctrica que llega a través de los nervios al cerebro que, a su vez, emite señales eléctricas dirigidas a las partes del cuerpo que han de responder al estímulo físico o químico de que se trate. Por ejemplo, si tocas con un dedo un comal caliente, este estímulo es transmitido al cerebro a través del impulso nervioso. A continuación, el cerebro emite un impulso nervioso que va hacia tu mano para que retires el dedo del comal.

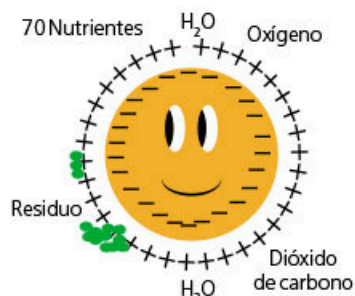
Para el estudio de esta sección conviene que repases en tu libro de sexto de primaria el tema relacionado con el sistema nervioso (bloque I). Allí tienes las estructuras que forman el sistema nervioso central y el periférico y se hace una descripción de los movimientos voluntarios y los involuntarios. En esta secuencia se continuará con la relación desde el punto de vista físico, refiriéndonos a los tiempos de respuesta y a los impulsos eléctricos que transmiten la información.

La expresión diferencia de potencial fue introducida en la secuencia relacionada con la electricidad. La diferencia de potencial en un circuito cerrado es lo que proporciona la energía suficiente para que se establezca una corriente. El potencial de la membrana es la diferencia de este en ambos lados de la membrana (**figura 11.11**).

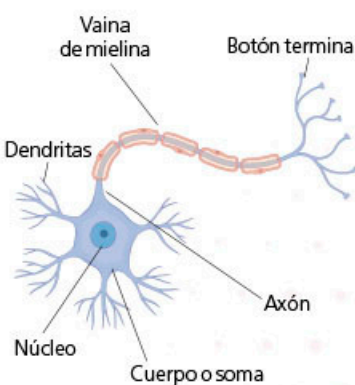
Una neurona típica está compuesta por un cuerpo celular o *soma* que contiene el núcleo del que irradian unas prolongaciones características, las dendritas y el axón (**figura 11.12**). En general, las dendritas son cortas y están profusamente ramificadas. El axón, generalmente único y de gran longitud, puede estar ramificado en su parte final. Las dendritas son normalmente los receptores de los estímulos más habituales que llegan a la neurona, dando lugar a cambios de potencial de membrana en los puntos

**GLOSARIO**

**célula nerviosa o neurona:** es la encargada de la comunicación en el sistema nervioso. Cada neurona está compuesta por un cuerpo celular, donde se encuentra el núcleo, una ramificación principal, llamada axón, y pequeñas ramificaciones encargadas de la conexión con otras células nerviosas, llamadas dendritas.



**Figura 11.11** El potencial de la membrana de la célula nerviosa en reposo es de  $-70$  mV.



**Figura 11.12** Partes de la célula nerviosa o neurona



#TIC TAC

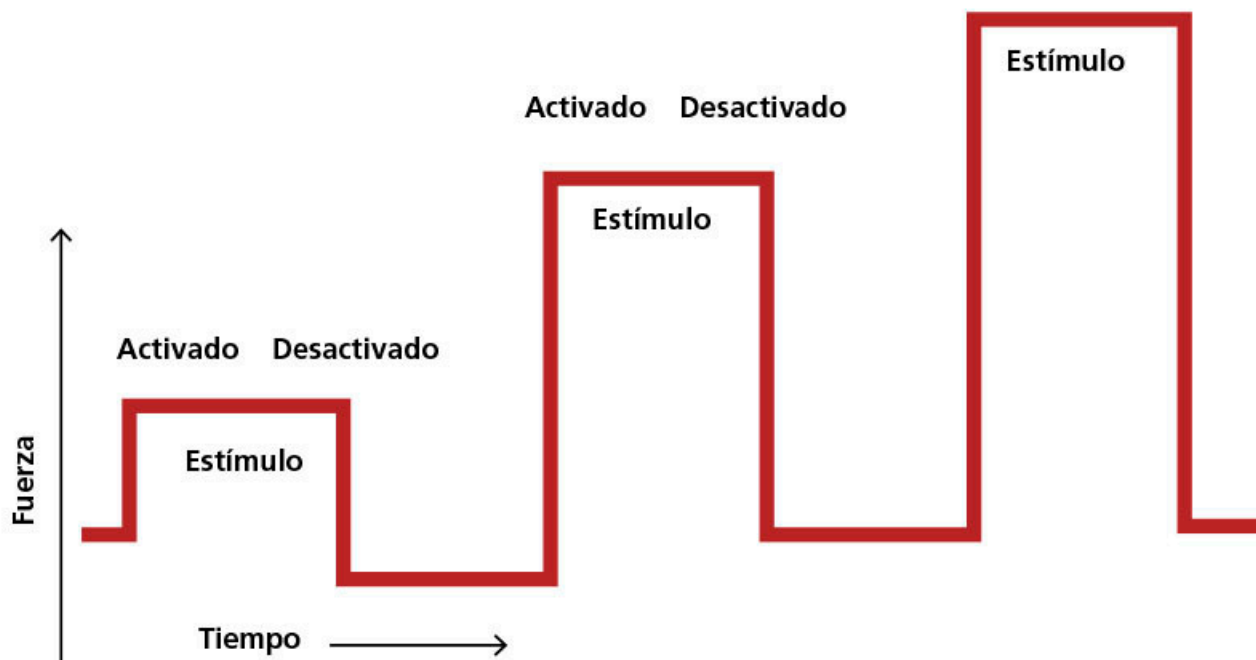


En el siguiente enlace puedes ver una animación que explica el funcionamiento de una impresora láser: [redir.mx/SSPCF2-144a](http://redir.mx/SSPCF2-144a).

de recepción. Los potenciales generados por diferentes estímulos se propagan hacia la región de soma sumándose y provocando eventualmente un impulso nervioso, llamado también *potencial de acción*, que se transmite a través del axón. Una característica importante de la célula nerviosa es que tiene un potencial umbral para el desencadenamiento del potencial de acción.

Si el estímulo no es suficientemente intenso y la despolarización no sobrepasa el valor umbral, en poco tiempo la membrana recupera su potencial de reposo. La **figura 11.13** muestra los pulsos producidos por un estímulo pequeño (centro de la figura) y para un estímulo fuerte, extremo derecho. En el extremo izquierdo se representa un estímulo que no logra desencadenar el potencial de acción.

Activado Desactivado



**Figura 11.13** La excitación neuronal produce el disparo de una serie de pulsos de igual amplitud. La frecuencia de pulsos indica la magnitud del estímulo.

La información transmitida por el impulso nervioso no puede estar codificada por variaciones de su intensidad (tamaño del pulso), ya que esta es constante. La forma como se relaciona la intensidad de la excitación es con la frecuencia que genera una serie de pulsos consecutivos.

Al axón se le compara muchas veces con un cable conductor. La resistencia en un cable conductor depende, además del material, de su diámetro y longitud. La resistencia es la oposición al movimiento de la corriente dentro de él; con el paso de la corriente se eleva la temperatura del conductor y aumenta la resistencia.

En el cuerpo humano existen axones con mielina, responsables de la propiocepción y del movimiento muscular, que tienen un diámetro de  $12\ \mu\text{m}$  a  $20\ \mu\text{m}$  y una velocidad de conducción de  $70$  a  $120\ \text{m/s}$ . La transmisión más lenta corresponde a los nervios sin mielina, del sistema nervioso autónomo, el cual regula las funciones involuntarias de órganos internos como el corazón, los intestinos, la sudoración, etc. El diámetro de estos axones oscila entre  $0.3$  y  $1.3\ \mu\text{m}$ , y la rapidez del impulso está entre  $0.5$  y  $2.3\ \text{m/s}$ , sesenta veces menor que la respuesta reflejo para sobrevivencia.

#TIC TAC



En el siguiente enlace podrás conocer a grandes rasgos cómo se propaga un impulso nervioso en una neurona y cómo se transmite de una a otra mediante sinapsis: [redir.mx/SSPCF2-144b](http://redir.mx/SSPCF2-144b).

5. En esta actividad medirás tu velocidad de respuesta con la ayuda de un compañero.

- ¿Tenemos todas las personas el mismo tiempo de reacción? ¿Somos suficientemente rápidos para atrapar un billete que se está dejando caer entre nuestros dedos?
- Necesitan un billete de cualquier denominación. Tu compañero debe sostenerlo en forma vertical. Tú debes atraparlo cerrando los dedos cuando tu compañero lo suelte (figura 11.14).
- ¿Cómo podrías modificar este ejercicio para medir el tiempo de respuesta?
- ¿Qué tan largo debe ser el objeto para que podamos atraparlo?

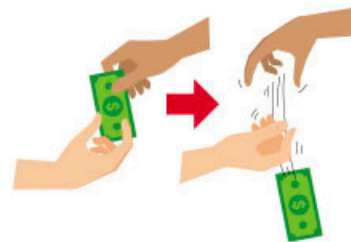


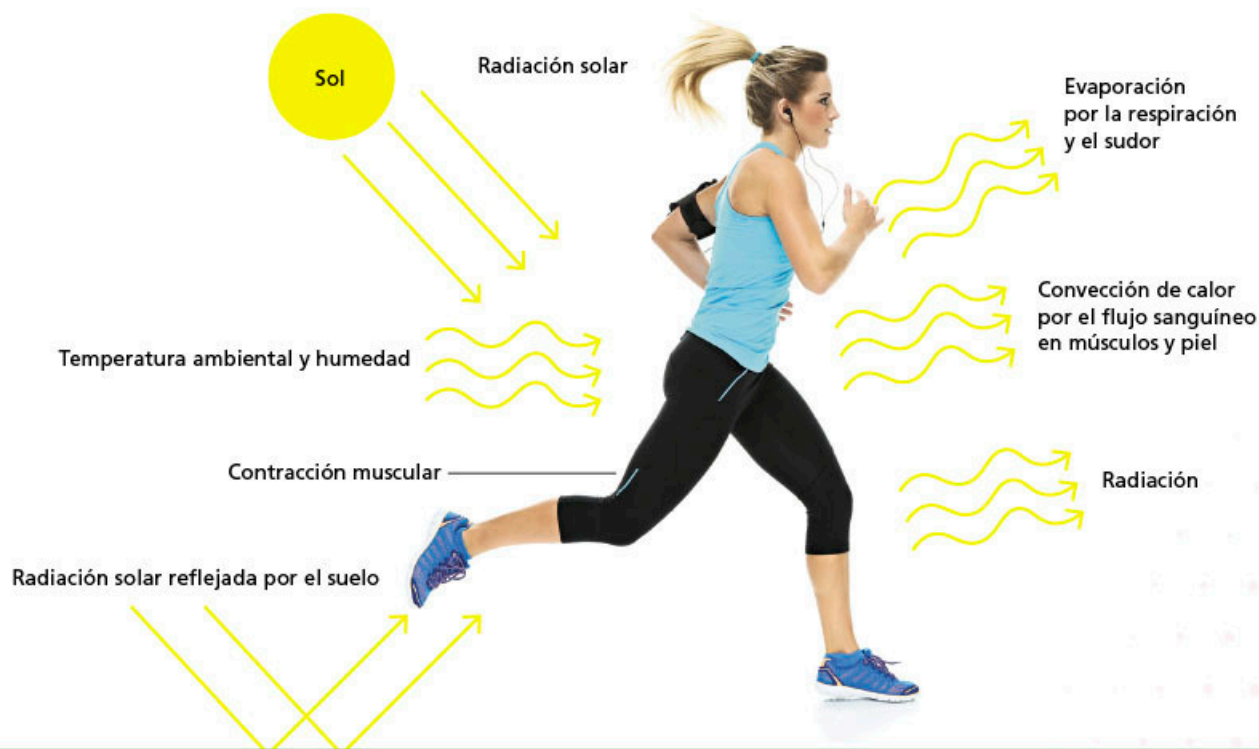
Figura 11.14 ¿Puedes atraparlo?

## Termorregulación

La temperatura corporal en el ser humano y muchos otros animales (mamíferos y aves) es controlada por una pequeña área del cerebro llamada *hipotálamo*. Estos animales, llamados en la vida cotidiana "de sangre caliente", en la ciencia son denominados *animales homeotermos* y *endotermos*. Ellos pueden mantener la temperatura corporal a un valor casi constante, incluso cuando la temperatura ambiente sea muy distinta. A este proceso se le llama termorregulación y se logra a expensas de un gasto energético.

En secuencias anteriores estudiaste el significado de temperatura y calor, así como los procesos de transmisión de calor y equilibrio térmico. Recuerda que, si se proporciona calor a un sistema, su temperatura aumenta, si este no está en cambio de fase. De la misma forma, si el sistema proporciona calor al medio, la temperatura del primero disminuye. La figura 11.15 muestra procesos por los que el cuerpo humano puede ganar o perder energía. El ejercicio extremo y una alta temperatura ambiente pueden elevar la corporal; el cuerpo reacciona enviando información al cerebro que desencadena la producción de sudor y la dilatación de los vasos sanguíneos.

Figura 11.15 Mecanismos de transferencia de calor hacia el cuerpo humano y desde este al ambiente.



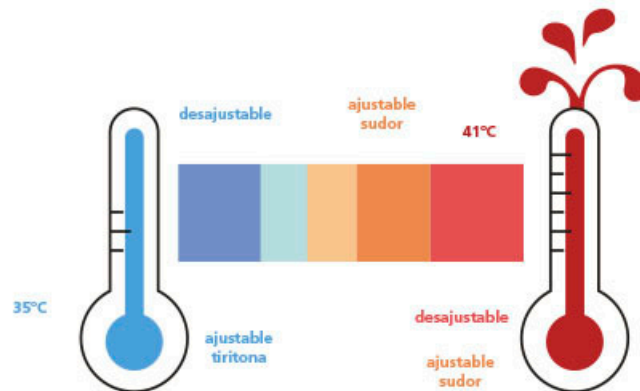
## #FUENTE



El cuerpo de una persona presenta variaciones de temperatura según la zona en la que se tome: por ello, existen técnicas utilizadas por los médicos para determinar si una persona tiene fiebre o no, y también hay diversos tipos de termómetros dependiendo de la técnica. Sin embargo, los termómetros no son la única forma de conocer las zonas más o menos calientes del cuerpo. En el siguiente artículo podrás conocer cómo se puede saber qué zonas del cuerpo están más calientes mediante una técnica llamada termofotografía. [redir.mx/SSPCF2-146a](http://redir.mx/SSPCF2-146a)

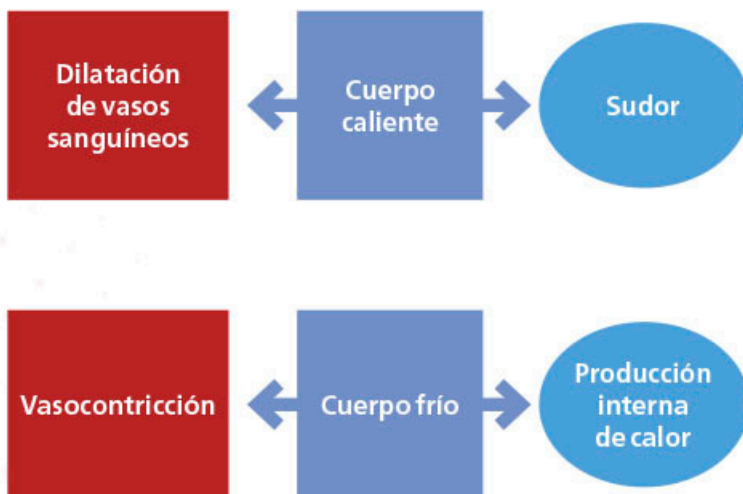
**Figura 11.16** El rango máximo de temperatura en el ser humano oscila de 35 °C a 41 °C. Una desviación mayor a 1.5 °C por arriba o debajo de los 37 °C muestra una anomalía.

El intervalo de temperatura del cuerpo humano se muestra en la **figura 11.16**. Puedes ver que la posibilidad de variación es muy pequeña. El límite superior compatible con la vida se sitúa en los 42 °C. Como puedes ver, la temperatura corporal no es una cifra concreta, sino que se sitúa en un margen entre 36 °C y 37 °C. La temperatura corporal aumenta o disminuye a lo largo del día entre 0.7 °C y 1.5 °C. En las mujeres se añade un cambio de 0.5 °C sincronizado con el ciclo menstrual. Cuando la desviación respecto al valor de referencia de 37 °C es mayor de un grado y medio, es una muestra de irregularidad, causada probablemente por enfermedad. Esta es la razón de que uno de los signos vitales sea la temperatura. Si la temperatura corporal disminuye a 28 °C se produce un paro cardíaco. Si el mecanismo de regulación de temperatura falla y la temperatura del cuerpo aumenta a 45 °C las estructuras de las proteínas se dañan de manera irreversible.



**Figura 11.17** Control de la temperatura corporal por vasoconstricción o vasodilatación.

La mayor parte del calor generado en el cuerpo se debe al proceso metabólico responsable de la transformación de los alimentos en energía. El calor producido por el metabolismo debe disiparse del cuerpo al entorno para evitar que la temperatura de este se eleve; por otro lado, si el ambiente es frío, el cuerpo debe controlar la radiación para no perder más calor del necesario. El cuerpo utiliza la energía para mantener sus estructuras, el funcionamiento de los órganos, responder a estímulos, crecer, reproducirse, moverse, etc. En el control de la temperatura mediante el metabolismo, el organismo modula la producción interna de energía y controla su pérdida actuando en la circulación, el aislamiento y la evaporación.



La temperatura es monitoreada por centros nerviosos especializados en el cerebro y por receptores específicos en la piel (**figura 11.10**, p. 143). Tanto la vasoconstricción (reducción del diámetro de los vasos sanguíneos) como la vasodilatación (aumento del diámetro de los vasos sanguíneos) son los primeros procesos para mejorar la conservación del equilibrio térmico (**figura 11.17**). Cuando la temperatura ambiente es muy baja se produce una disminución del diámetro de los vasos sanguíneos, lo que disminuye la conducción del calor de la parte interna del cuerpo hacia el ambiente.

En cambio, cuando se hace ejercicio, la temperatura corporal aumenta, los vasos periféricos se dilatan (vasodilatación) y la sangre fluye en mayor cantidad cerca de la piel, lo que favorece la transferencia de calor al ambiente. Después de un esfuerzo físico, la piel se enrojece por mayor irrigación. Las pérdidas de calor se producen cuando la temperatura ambiente es menor que la corporal. El calor fluye al aire circundante por conducción, esto produce un cambio en la temperatura del aire y se producen corrientes de convección, lo cual provoca la aproximación de aire frío.

Es por esta razón que cuando hay viento, la sensación térmica es como si la temperatura exterior fuera muy inferior a la real. La sensación térmica depende de la diferencia de temperatura entre la piel y el ambiente, así como la humedad relativa y el viento. Así un ventilador no cambia la temperatura del ambiente, pero sí nuestra sensación térmica.

6. **Retoma tu respuesta de la Situación B en la sección de inicio, complétala o corrígela y comparte tus conclusiones con el grupo.**
7. **Reúnete con un equipo de cuatro compañeros para diseñar un experimento que les permita modificar su temperatura corporal con ejercicio.**
  - ❶ ¿Crees que es posible modificar la temperatura corporal haciendo ejercicio? Construye una respuesta (hipótesis), explica tu razonamiento y compártelo con tu equipo de trabajo.
  - ❷ Diseñen un experimento para probar si la hipótesis es verdadera o no.
  - ❸ Intercambia ideas con tus compañeros. Realiza el experimento y decide si tu hipótesis fue correcta.

## Desarrollos en el campo de la salud y la física

No cabe duda de que el desarrollo de las distintas disciplinas científicas aporta a las demás. A continuación se presentan algunos estudios médicos basados en resultados de la física.

### Electromiografía

Las neuronas motoras transmiten señales eléctricas que hacen que los músculos se contraigan; esto forma parte de los movimientos voluntarios. Por medio de un estudio de diagnóstico llamado *electromiografía* se puede evaluar la salud de los músculos, para dicho estudio se introducen unas agujas en estos, las cuales funcionan como electrodos para transmitir o detectar señales eléctricas. También se puede medir la velocidad e intensidad de una señal eléctrica en la superficie del músculo, mediante electrodos adheridos a la piel.

Este estudio se hace para diagnosticar enfermedades neuromusculares, esto es, una disfunción nerviosa o muscular, así como problemas con la transmisión de señales de nervios a músculos. Los fisioterapeutas utilizan este método para monitorear la activación de músculos de un paciente.

### Potenciales evocados

Cuando se sospecha que la transmisión de los impulsos nerviosos es lenta o ausente, se utiliza una técnica de diagnóstico llamada *potenciales evocados*.

En este estudio neurofisiológico se registra la respuesta del cerebro a diferentes estímulos sensitivos provocados de manera intencionada. Según el estímulo que se utiliza, los potenciales evocados pueden ser visuales (mirar un cuadro o recibir fogonazos luminosos), auditivos (escuchar sonidos a través de auriculares), somatosensoriales o táctiles (aplicación de estímulos eléctricos en las proximidades de los nervios que se pretende explorar en pies y manos). La información es procesada en una computadora y el resultado se presenta gráficamente como una onda; si esta no coincide con

#FUENTE



En el siguiente vínculo se te proporcionan consejos sobre lo que puedes hacer y de lo que NO debes hacer para ayudar a una persona con temperatura corporal baja.

[redir.mx/SSPCF2-147a](https://redir.mx/SSPCF2-147a)

El cuerpo humano presenta varias reacciones ante la exposición a bajas temperaturas para intentar mantener la temperatura corporal constante y así proteger los órganos vitales, algunas van desde simples temblores en caso de temperaturas no muy bajas, hasta el enfriamiento de extremidades; sin embargo, si la exposición a bajas temperaturas es muy prolongada, puede resultar en una hipotermia que puede ser mortal. Lee algunas de las reacciones del cuerpo ante bajas temperatura en [redir.mx/SSPCF2-147b](https://redir.mx/SSPCF2-147b).

el patrón que le corresponde, quiere decir que hay alguna alteración en la vía nerviosa y por tanto alguna enfermedad. Los potenciales ayudan a detectar alteraciones de las vías sensitivas que pueden indicar la existencia de lesiones y determinar sus causas.

### Electroencefalograma

Las señales o los impulsos eléctricos que se producen durante la conducción y la transmisión de estímulos nerviosos pueden ser medidos y registrados mediante técnicas como el electroencefalograma. Con este se mide la actividad eléctrica de la corteza del cerebro. La **figura 11.18** muestra la disposición de los electrodos durante un estudio. Gracias a él se pueden diagnosticar alteraciones en la actividad eléctrica cerebral que sugieren enfermedades como la epilepsia: Esta es una prueba necesaria para certificar la muerte de un paciente en coma.



**Figura 11.18**  
Electroencefalograma

### Monitor de signos vitales

Es un instrumento multifuncional que se utiliza en hospitales, principalmente en zonas de cuidados intensivos, para monitorear o vigilar de manera continua varios parámetros fisiológicos que permiten al personal médico hacer valoraciones adecuadas respecto al diagnóstico o tratamiento. Estos dispositivos pueden medir diferentes parámetros, pero los más usuales son electrocardiograma (ECG), frecuencia cardiaca o pulso (HR), presión arterial no invasiva o invasiva (PNI o PI), saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) y temperatura corporal (T).

### Criogenia

La criogenia es una técnica para enfriar un material a la temperatura de ebullición del nitrógeno ( $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). En la medicina se utiliza para destruir tejidos específicos por congelamiento, sin dañar el tejido sano que lo rodea (**figura 11.19**). Es común su uso en ginecología para prevenir el cáncer cervical y dermatología para eliminar verrugas.

Los rangos normales de los signos vitales para un adulto sano promedio mientras está en reposo son:

- Presión arterial: 90/60 hasta 120/80 mm Hg
- Pulso: 60 a 100 latidos por minuto
- Respiración: 12 a 18 respiraciones por minuto
- Temperatura:  $36.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $37.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (promedio de  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- Saturación de oxígeno: 95% a 100%



**Figura 11.19** Crioterapia  
en lesiones dermatológicas

**8. Forma pareja con un compañero para revisar y completar las respuestas que dieron a la Situación C en la sección de inicio.**

- **Compara con la tabla de rangos normales los datos incluidos en la figura 11.3**

## ➔ MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

9. Reúnete con tres compañeros, lean detenidamente cada una de las siguientes cuestiones y respondan las preguntas planteadas.

❗ Al finalizar, discutan sus respuestas con el grupo.

- Las ilusiones ópticas nos ayudan a entender cómo funciona nuestro cerebro y cómo hace ver lo que no es. Nuestro cerebro termina rápidamente formas discontinuas, así tendemos a cerrar y completar con la imaginación las formas y organizar las figuras con simetrías regulares. Se supone que esto pudo ayudar a identificar depredadores o presas.
  - ¿Las líneas de la **figura 11.20** son horizontales y paralelas? Prueba tu afirmación utilizando una regla.
- Se dice que una persona sufre un golpe de calor cuando la temperatura corporal es superior a  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ya que no es capaz de disipar el calor que está recibiendo por radiación, debido a temperaturas ambientales elevadas o a la energía que está produciendo el cuerpo por ejercicio físico extremo.
  - Con lo que has aprendido en esta secuencia, indica las medidas de primeros auxilios que se deberían tomar si te encuentras con una persona que está sufriendo un golpe de calor.
  - Justifica desde un punto de vista físico estas medidas.
  - Discute tus respuestas con tus compañeros y compáralas con las recomendadas en distintos medios para tratar este problema.
  - Haz un cartel que ilustre las medidas de precaución que deben tenerse en cuenta (puedes usar ideas de la **figura 11.21**).
- La estancia prolongada de los astronautas en la estación espacial internacional (ISS) les provoca una atrofia muscular (**figura 11.22**).
  - ¿Qué significa esto y a qué se debe?

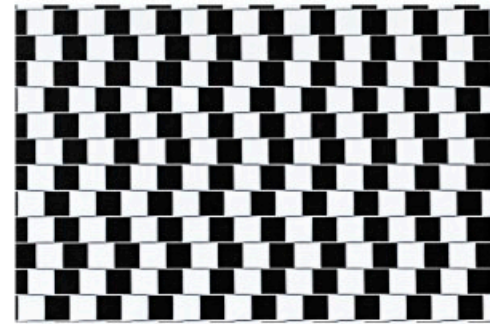


Figura 11.20 Ilusión óptica



Figura 11.21 Agotamiento por golpe de calor



Figura 11.22 El ejercicio diario disminuye la atrofia muscular de los astronautas.

En este apartado obtendrás el apoyo necesario para llevar a cabo tus proyectos. Un proyecto es una intervención deliberada y planeada que pretende generar cambios favorables en una situación específica. Recuerda que hay tres tipos de proyectos.

- **Científicos.** Incluyen actividades científicas, como describir, explicar y predecir fenómenos o procesos naturales que ocurren en el entorno. Los proyectos se trabajan como lo hacen los científicos del área de ciencias naturales.
- **Tecnológicos.** Mediante el empleo de materiales y herramientas se diseñan y construyen dispositivos, al mismo tiempo que se describen sus características, funcionamiento y utilidad.
- **Ciudadanos.** Implican actividades para valorar de manera crítica las relaciones entre ciencia y sociedad; favorecen la interacción con otras personas para participar en situaciones del entorno.

A continuación se esbozan distintos proyectos. Se trata claramente de una **propuesta**. Si alguno de ellos te interesa, puedes desarrollarlo del todo. Si no es así, puedes elegir otro de acuerdo con tus intereses e inquietudes. Los primeros tres proyectos están guiados, mientras que los últimos solo sugieren temas que pueden ser interesantes. La intención es que apliques los aprendizajes logrados hasta ahora, imagines en qué aspectos o puntos te gustaría profundizar y elabores sugerencias acerca de situaciones y problemáticas de tu entorno. Tu profesor te puede orientar al respecto.

En la fase de planeación conviene que hagas una calendarización para llevar a cabo el proyecto, distribuir responsabilidades con tu equipo y considerar la importancia de las discusiones grupales para la construcción conceptual del tema. Las primeras acciones de desarrollo suelen ser la búsqueda de información y la elaboración del aparato o la síntesis de lo consultado. Considera que debe durar entre dos y tres semanas, pensando en las cuatro etapas: planeación, desarrollo, comunicación y evaluación.

Actividades	Semanas (2 días de clase con 3 h por día)						Responsable
	1		2		3		
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	
Planeación							Equipo
Desarrollo							Equipo
Primera explicación con física							Equipo
Consultar textos e investigación con expertos							Equipo
Segunda explicación con física							Equipo
Valorar veracidad							Equipo
Comunicación							Equipo
Evaluación							Equipo

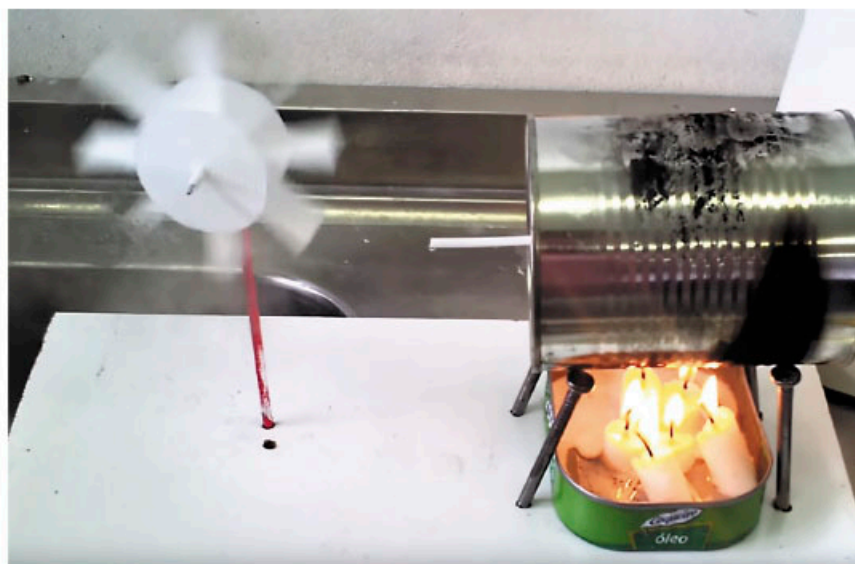
### Proyecto tecnológico: construye una máquina de vapor

La máquina de vapor es un dispositivo que convierte la energía del vapor de agua en energía mecánica, que tiene varias aplicaciones en propulsión y generación de electricidad. El principio básico de su funcionamiento es la transformación de la energía térmica del vapor de agua en energía mecánica.

Para generar vapor se requiere de un depósito cerrado (que recibe el nombre de *caldera*) dentro del cual se deposita agua. Después, por algún medio se eleva la temperatura de este depósito y el agua se convierte en vapor que es expulsado por un orificio. El movimiento de las moléculas de vapor se emplea para desplazar algún mecanismo, generalmente rotatorio, que recibe el nombre de *turbina*.

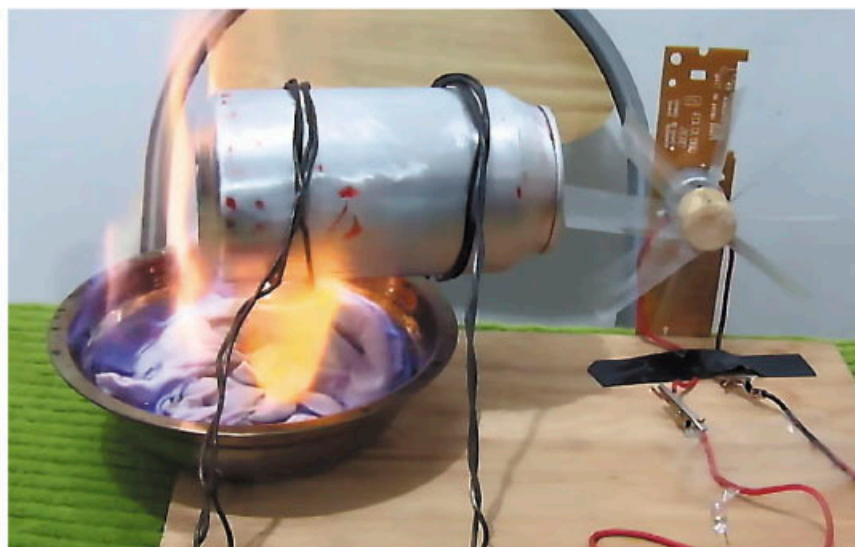
## PLANEACIÓN

Revisen en equipo toda la información, deliberen y decidan lo que harán. Para que tengan una idea de las posibles formas para construir una máquina térmica consulten imágenes y videos en internet. Algunos ejemplos se presentan en las *figuras 1 y 2*.



**Figura 1** Ejemplo 1 de máquina térmica que puedes elaborar con tu equipo

En la *figura 2* se presenta una máquina térmica que hace encender unos focos led: es un generador de corriente eléctrica. Si les gustan los retos, revisa el video recomendado en la cápsula #Tic Tac. La construcción no es complicada y podrán transformar la energía térmica del vapor de agua en mecánica para mover una pequeña turbina y, a partir de esta fuente mecánica, generar electricidad. ¡Anímense!



#TIC TAC

Consulta el video que muestra cómo hacer un generador eléctrico con piezas de desperdicio en el siguiente enlace. [redir.mx/SSPCF2-181a](https://redir.mx/SSPCF2-181a).



#DATO

La construcción de estas máquinas implica el manejo de fuego o de objetos con temperaturas altas. Cuando los manipulen tomen precauciones (como tomarlos con materiales aislantes) para evitar quemaduras. Si lo consideran necesario, pidan la ayuda de un adulto.

**Figura 2** Ejemplo de generador termoeléctrico



A continuación encontrarán algunas sugerencias a tener en cuenta en su planeación.

- Planteen una pregunta o problema; por ejemplo, ¿cómo funcionan las máquinas de vapor?
- Redacten el propósito específico de su proyecto que, en este caso, es construir una máquina de vapor.
- Elaboren una lista de las actividades a desarrollar y hagan un calendario.
- Consideren un tiempo de elaboración de dos a tres semanas. Revisen el ejemplo del primer proyecto descrito en este apartado.
- Definan los recursos que necesitan y la forma de obtenerlos.
- Con base en la revisión de los videos elaboren una lista de material.
- Como este proyecto implica la combustión de algún material, tengan cuidado cuando manipulen estos materiales.
- Procuren emplear materiales de reciclado.

## DESARROLLO

Construyan la máquina de vapor. Procuren trabajar en lugares amplios y ventilados. Tengan cuidado cuando manejen combustibles.

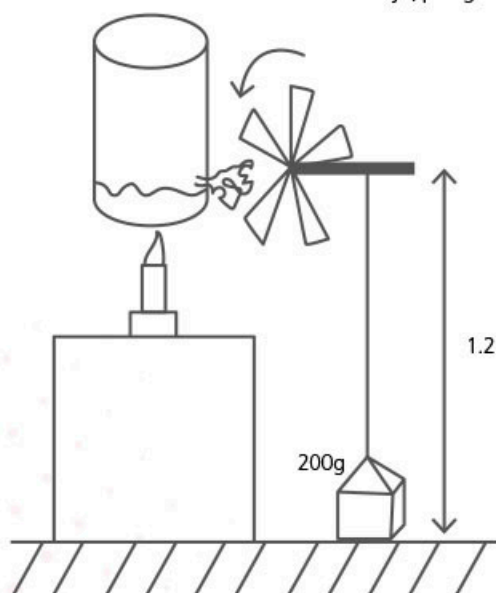
Un giro interesante que pueden presentar en su dispositivo es añadir un cordel a la flecha de la turbina, de tal forma que cuando accionen su máquina de vapor, esta pueda elevar una canastilla con algún objeto pequeño dentro.

Midan previamente la masa y la altura. Con esta información pueden emplear el modelo de la energía potencial gravitatoria para estimar el trabajo que hizo su máquina de vapor. En la **figura 3** se muestra el esquema de la máquina construida por unos estudiantes.

## COMUNICACIÓN

Presenten su dispositivo al grupo y demuestren su funcionamiento. Con ayuda de un esquema, expliquen cómo funciona.

Describan las transformaciones de energía, así como la presencia de calor y trabajo; pongan énfasis en su función como procesos de intercambio de energía.



**Figura 3** Esquema de una máquina térmica

## EVALUACIÓN

Valoren los logros y los retos alcanzados. Identifiquen las dificultades que se presentaron; por ejemplo, ¿la máquina funcionó bien desde un principio o fue necesario hacer ajustes? ¿Cuáles? Consideren dos momentos: uno de autoevaluación en el que cada integrante del equipo reflexione acerca de su propio desempeño en aspectos como compromiso, colaboración y respeto; y otro de coevaluación, en el que cada integrante valore el desempeño de sus compañeros.

## VARIACIONES Y EXTENSIONES

En los temas de calor y temperatura, al utilizar cambios de estado, existen muchos experimentos caseros que pueden realizarse; por ejemplo, por qué no se quema un vaso de papel con agua que ponemos al fuego, o decidir en cuánto tiempo se funde un pedacito de hielo bien abrigado en una manta de lana. Para electromagnetismo también hay muchos modelos fáciles de construir, algunos de ellos son el acelerador magnético o cañón de Gauss, un altavoz con materiales sencillos o un motor eléctrico.

Cualquier versión que elijan requiere que tengan una planificación y desarrollo como el indicado en el ejemplo anterior.

### Proyecto tecnocientífico: ¿cómo funciona un tren magnético?

Los sistemas ferroviarios del futuro son los trenes de levitación magnética, cuya principal característica es la ausencia de rozamiento entre el vehículo y la vía. ¿Cómo es posible hacer que un tren levite? ¿Qué tipo de combustible utiliza? ¿Ayudaría a bajar el consumo de los combustibles fósiles? ¿Ayudaría si además de evitar el rozamiento con las vías, se redujera el del aire (figura 5)? Este tipo de trenes se están probando y diseñando en Alemania, Japón, China (figura 4) y Estados Unidos de América.



Figura 4 Tren Maglev saliendo de Shanghai, China

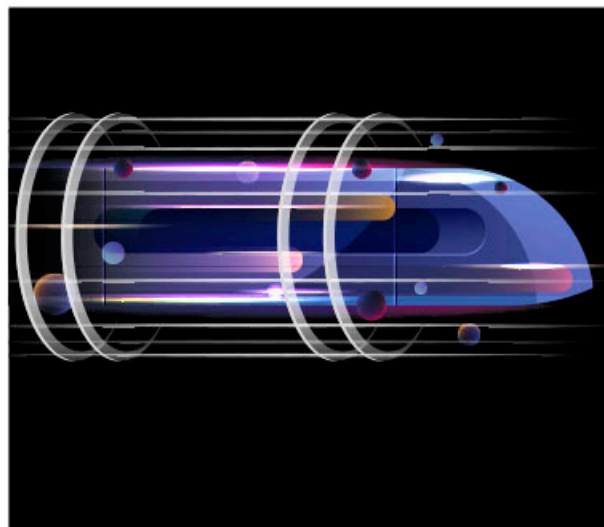


Figura 5 Diseño de tren para ir a 2 900 km/h

## PLANEACIÓN

Elaboren un calendario y las preguntas que se resolverán con el trabajo. Decidan si quieren hacer un modelo a escala o únicamente una investigación bibliográfica.

## DESARROLLO

- Si además de describir el funcionamiento del tren magnético real quieren hacer un modelo a escala, intercambien ideas con sus compañeros, discutan las explicaciones de cada uno y decidan cuál es la que consideran más factible y completa.
- ¿Cuáles son las variables involucradas en el fenómeno?
- ¿Cómo pueden comprobar que la explicación dada es correcta?
- Definan los materiales que requieren para hacer los experimentos y si necesitan algún instrumento de medida.
- Prueben varias propuestas para conseguir distintas levitaciones; la más simple es utilizar imanes con los polos iguales enfrentados. Tienen que idear una estrategia para mantenerlos en una dirección.
- Utilicen los resultados de los trabajos de Faraday para hacer un tren magnético en miniatura por corriente inducida o hacer que levite un anillo de aluminio. (Si el anillo está partido no levita, ¿por qué?)
- Hagan las primeras pruebas y valoren si con ellas ya es posible explicar el fenómeno.

- Consulten textos, blogs, páginas web, artículos y personas expertas como sus profesores, para decidir si su respuesta es congruente con las explicaciones físicas.
- Expliquen nuevamente el fenómeno; tal vez requieran hacer nuevas pruebas para validar la explicación.
- Valoren si su explicación incluye un modelo microscópico de la materia o es únicamente macroscópica.

## COMUNICACIÓN

Expliquen el funcionamiento del tren magnético (figura 6) y las variaciones que se están probando en distintos países.

Presenten sus dispositivos al grupo donde muestren que es posible hacer que levite un objeto a través de fenómenos electromagnéticos (figura 7).

Con ayuda de un esquema expliquen su funcionamiento. Describan las ventajas que puede tener un transporte con levitación.

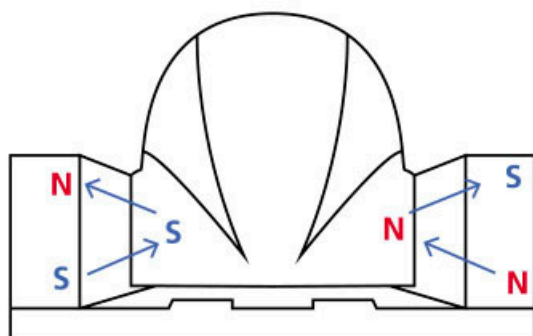


Figura 6 Esquema del funcionamiento del tren magnético

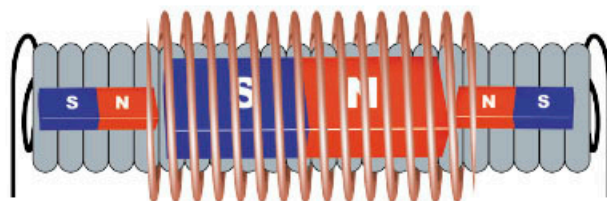


Figura 7 Montaje del experimento para hacer un tren magnético

## EVALUACIÓN

Valoren los aprendizajes logrados y los retos alcanzados. Identifiquen las dificultades que se presentaron para hacer un pequeño tren magnético. Consideren dos momentos: uno de autoevaluación donde cada integrante del equipo reflexione acerca de su propio desempeño en aspectos como compromiso, colaboración y respeto; y otro de coevaluación, donde cada integrante valore el desempeño de sus compañeros.

### Proyecto social: ¿los objetos que funcionan con microondas son dañinos para la salud?

Dos aparatos de uso cotidiano funcionan en esta región del espectro electromagnético: los teléfonos celulares y los hornos de microondas. Organicen un debate del daño a la salud que puede provocar el uso de alguno de estos aparatos.

Muchas personas consideran que el empleo de dichas herramientas es dañino para la salud, mientras que otros sostienen lo contrario. El propósito de este proyecto es que a través de un debate (organizado por el equipo responsable del proyecto), el grupo conozca diversas posiciones sobre este tema de tal forma que cada estudiante pueda decidir de manera informada sobre el uso de estos aparatos y, eventualmente, transmitir estas ideas a la comunidad.

**Los hornos de microondas** son uno de los electrodomésticos más usados, ya que nos permiten calentar la comida en uno o dos minutos. Cocinan casi seis veces más rápido que una estufa convencional y consumen menos energía que esta. Funcionan mediante la generación de ondas electromagnéticas que se ubican en la frecuencia

de las microondas, alrededor de los 2.45 GHz, con una longitud de onda de 122 mm. Estas ondas tienen aproximadamente 12 cm de largo. La elección de la frecuencia de 2.45 GHz se debe a que no requiere licencia para su uso, es decir, es gratuita y por lo tanto no interfiere con las frecuencias asignadas a la tecnología de la comunicación. Es errónea la idea de que la frecuencia de 2.45 GHz fue escogida por ser la de absorción del agua, lo que produciría una resonancia en la misma.

Por otra parte, la longitud de onda de 112 mm da resultados razonables de penetración de las microondas en los alimentos que contienen moléculas polares como agua, grasas y azúcares.

Estas moléculas tratan de alinearse con las ondas, sin embargo, la dirección del campo magnético se invierte 2 500 millones de veces por segundo (ya que son ondas de 2.5 Ghz), por lo que una vez que se han alineado con la onda anterior, deben volver a rotar para alinearse con la siguiente.

El calor que se produce responde a un calentamiento por fricción como resultado de la reorientación constante de las moléculas de agua en el campo variable del horno.

**Los teléfonos celulares** son indispensables en nuestros días, nos mantienen comunicados con nuestros seres queridos, nos permiten mantenernos informados y mandar mensajes, videos e imágenes; pero, ¿te has preguntado cómo funciona la telefonía celular?

¿Sabes que los celulares, tabletas y laptops tienen una antena? Sin ella no podrían emitir ni recibir información; esta se encuentra montada en un extremo interior del armazón. Dicha antena radia la señal a 360 °.

Una antena es un conductor metálico diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas. Una antena transmisora transforma voltajes en ondas electromagnéticas, y una receptora hace la función inversa.

¿Cómo llega nuestra voz a la persona que estamos llamando? Nuestra voz se transforma, por medio de un micrófono, en una señal eléctrica; posteriormente es codificada o digitalizada y transmitida a la antena que la convierte en señal de microondas que se envía a la estación base más cercana identificada por el número del celular (figura 8).

En el teléfono receptor se lleva a cabo el proceso contrario. Como nuestro oído no puede detectar señales digitales, esta debe ser decodificada y transmitida a un altavoz como señal eléctrica para que pueda ser escuchada.

La telefonía móvil, también llamada *telefonía celular*, básicamente está formada por teléfonos (terminales de usuario), estaciones base (antena) que funcionan como una "célula", mecanismos de transmisión y centrales de conmutación. Por sofisticados que sean estos teléfonos no dejan de ser radio transmisores personales. Los teléfonos celulares utilizan una frecuencia para hablar y otra para escuchar, específicamente en las bandas de 900 MHz y 1 800 MHz que corresponden aproximadamente a longitudes de onda de 30 cm y 12.5 cm respectivamente.



Figura 8 Antena de telefonía celular

## PLANEACIÓN

Diseñen las preguntas para el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, para el caso de los teléfonos celulares, algunas pueden ser: ¿puede aumentar el riesgo de cáncer al utilizar mucho los celulares? ¿Nos van a cocer estos teléfonos el cerebro? ¿El riesgo de cáncer aumenta si se está cerca de una antena de telefonía celular debido a la *radiación* electromagnética que emite? ¿Es peor estar debajo de la antena o en la casa de enfrente? (figura 9).



Figura 9 Emisión y detección de señales de telefonía celular

Para el caso de los hornos de microondas, también es adecuada la pregunta del cáncer. Mucha gente cree que la comida se puede hacer radiactiva ya que las microondas son *radiación* electromagnética. Hay páginas de internet dedicadas a dar razones en contra del uso de este horno, aunque las afirmaciones suelen ser semejantes a esta: "Los estudios han demostrado que su uso periódico trae como consecuencia un gran perjuicio para la salud". Ante esto, las organizaciones mundiales de la salud han intervenido para aclarar dudas acerca de los riesgos, y estas pueden ser algunas fuentes confiables. Entre los riesgos que más se repiten es daño cerebral y aumento de cáncer de estómago y colon.

Otro gran capítulo es que las microondas dañan la calidad de la comida, haciendo que no podamos metabolizar la que fue calentada por ese medio. Habría que preguntarnos si los cambios en composición son distintos a los causados utilizando otros medios para calentar, como fuego o parrilla eléctrica. Claro que este tema es más químico que físico.

## DESARROLLO

Todos los integrantes de los equipos que debatirán deben documentarse bien acerca del funcionamiento del aparato elegido, ya que los argumentos tanto a favor de su uso como en contra tienen que estar fundamentados científicamente.

Esto quiere decir que hay pruebas contundentes para afirmar o rechazar una posible hipótesis. Deben tener cuidado con la fiabilidad de las fuentes utilizadas. No es confiable solo porque diga que “el doctor Juan Pérez” lo afirmó.

Intercambien en el equipo los puntos a defender en cada posición. Elijan quién será el representante del grupo en el momento del debate. Los demás integrantes del equipo podrán actuar como asesores. Preparen material para ilustrar sus puntos de vista.

## COMUNICACIÓN

Desarrollen el debate cumpliendo con las reglas establecidas y hablando con respeto y sin agresiones a los que defienden la posición contraria.

## EVALUACIÓN

La parte del grupo que actuó como público evaluará qué argumentos les parecieron más convincentes del riesgo del uso del aparato elegido. Los participantes en el debate harán una autoevaluación y una coevaluación de sus compañeros de equipo. En ambos casos considerarán compromiso, colaboración y respeto.

## Proyecto científico: transmisión neuronal

Las neuronas transmiten información a través de dos mecanismos: el impulso nervioso y la sinapsis. El impulso nervioso consiste en la propagación de una excitación eléctrica a lo largo de la neurona. La sinapsis es el proceso mediante el cual se comunican dos neuronas; una libera una sustancia química que pasa a otra y esto produce una corriente eléctrica. El sistema nervioso se comporta entonces como un circuito eléctrico combinado con propiedades químicas (sinapsis).

La física nos ayuda a entender estos circuitos y ofrece técnicas de amplificación de las señales eléctricas. La técnica más usada se llama *electrofisiología*. En realidad, funciona como un voltímetro: medimos la diferencia de potencial entre un cable que insertamos en una neurona y un cable fuera de ella.

La electrofisiología se aplica al estudio de circuitos neuronales y músculos, así como al estudio de patologías musculares. Algunas de las preguntas pueden ser: ¿se necesita el mismo número de nervios para cada parte del cuerpo? Piensa en la punta de tu dedo, el brazo y la parte superior de la espalda, ¿en cuál de estos lugares podrían estar más cercanos los nervios? ¡Haz tus predicciones y compruébalo por ti mismo!

Diseña un experimento para poner a prueba tus predicciones (puedes buscar en un libro o en internet para inspirarte); por ejemplo, un experimento sencillo es tocar simultáneamente dos puntos de la piel en la misma zona, para producir un impulso debido a la sensibilidad de la piel; esto se puede hacer con un clip al que se le han abierto las patas. A una cierta distancia se percibirá en todas las partes presionadas con el clip los dos puntos de contacto, sin embargo, al disminuir la distancia, algunas partes del cuerpo percibirán que han sido tocadas solo en un punto, ¿por qué?

Si decides hacer este proyecto recuerda que debes organizar una planeación: durante el desarrollo toma los datos necesarios que te ayuden a construir inferencias válidas y seguramente te surgirán más preguntas o necesitarás consultar más bibliografía.

1. Lee los textos breves que se presentan. El propósito es que emplees las ideas revisadas en esta unidad para explicar diferentes situaciones.

### Las patas de los patos

La temperatura de nuestro cuerpo está controlada en un pequeño intervalo alrededor de los 37 °C. Cuando la temperatura exterior es demasiado baja, debemos cubrirnos para evitar pérdidas de calor que no puedan ser compensadas por el cuerpo. En el caso de hacer demasiado frío, el cuerpo disminuye el riego sanguíneo cutáneo (vasoconstricción) para evitar la pérdida de calor hacia el medioambiente y mantener regulada la temperatura en los órganos vitales. La mayor disminución de temperatura se da en manos y pies.

Hay animales, como los patos, que pueden caminar sobre la nieve o nadar, mejor dicho chapotear, en agua helada. Como recordarás, el calor fluye de los objetos a mayor temperatura hacia los de menor temperatura, el pato es un animal de sangre caliente (alrededor de 39 °C), por lo que su temperatura corporal está muchas veces por arriba de la temperatura del ambiente, ¿cómo puede moverse en la nieve o nadar en hielo sin congelarse?

La respuesta es que ya tiene las patas frías, por lo que la pérdida de calor a través de ellas no es muy alta. Esto lo ha logrado la naturaleza a través de la vasoconstricción y de la circulación contracorriente. En la circulación contracorriente, la arteria que llega a la pata con la sangre a 39 °C corre paralela a la vena que viene de la pata y va hacia el corazón. Es decir, son paralelas, pero la dirección del flujo sanguíneo es contraria. De esta manera el intercambio de calor se da entre la sangre arterial y la venosa, la primera pierde temperatura paulatinamente porque cede calor a la sangre venosa, que a su vez aumenta de la temperatura. Así, el intercambio de calor con el medioambiente disminuye a través de las patas.

¿El chapoteo constante de los patos en el agua tiene algo que ver con la termorregulación? Sí, pues están haciendo ejercicio para generar calor por el movimiento. Si permanecen en reposo inflan las plumas, que es como ponerse un abrigo.

- Explica el significado de la *termorregulación* y su importancia.
- Para que el pato que está chapoteando en el agua helada no se congele debe evitar que su cuerpo ceda calor al ambiente. Describe los mecanismos que utiliza para evitar pérdidas de calor o para producirlo.
- En el caso del pato, ¿cuál es la temperatura de la sangre que llega al corazón y de la que llega a la pata?
- ¿Por qué son eficaces los mecanismos de vasoconstricción o vasodilatación para el control de la temperatura corporal del pato o de las personas?
- En la secuencia 11 hiciste un diseño de medidas de precaución para un golpe de calor. También deben existir medidas de precaución para evitar el congelamiento en caso de temperaturas cercanas a cero o bajo cero, sobre todo si existen fuertes vientos y humedad. ¿Cuáles serían estas medidas?

### Uso del láser

No hace mucho el rayo láser pertenecía al ámbito de la ciencia ficción. En muchas películas se le representa como una espada de luz o un rayo mortífero de gran potencia y eficacia. Hoy es una realidad cotidiana con una amplia variedad de aplicaciones.

Se utiliza en los DVD o Blu Ray para leer la información almacenada en el disco, al tener el rojo mayor longitud de onda que el azul, la información grabada en el DVD es menor que la de un disco Blu Ray, en una proporción uno a cinco; también se emplean en las fibras ópticas para transmitir información de telefonía, televisión o internet; en la medicina como un nuevo tipo de bisturí que además cauteriza, ya que el tejido humano absorbe fuertemente el infrarrojo; en la industria como un cortador de gran precisión, o aun en los supermercados para leer los códigos de barras. Esta versatilidad de uso se debe a que es posible fabricar láseres de diferente potencia y longitud de onda (la relacionamos con el color) y a que su luz está colimada.

El acrónimo **láser** viene de las siglas en inglés de "amplificación de luz por emisión estimulada de radiación". Muchos de los láseres actuales están fabricados con diodos; el color de la luz emitida dependerá del material semiconductor con el que estén formados. Este rayo tan versátil tiene muy pocos años de existencia.

En 1960 se construyó un láser utilizando una barra de rubí sintético (óxido de aluminio con impurezas de cromo, que dan el color rojo) para producir un rayo de luz roja de longitud de onda de 694 nanómetros (nm). Ese mismo año se fabricó un láser de helio-neón de 663 nm y muy baja potencia. En 1964 se inventó el láser de dióxido de carbono, que produce una radiación infrarroja con longitudes de onda de 9.4 micras a 10.4 micras y de muy alta potencia. El primer lector de código de barras surgió en 1974 y utilizaba un láser de helio-neón, hoy se utilizan diodos que producen luz láser de muy baja potencia.

- Explica la diferencia entre *longitud de onda* y *potencia*, ¿se refieren a lo mismo?
- Explica la diferencia que hay entre el láser que se utiliza en un supermercado para leer el código de barras y el que se usa en la industria para cortar y soldar. Ambos son de color rojo.
- ¿En qué campos de la medicina se utiliza el láser?
- Explica a qué característica del láser se debe que se pueda almacenar más información en un disco Blu Ray que en un DVD.

## 2. Responde a las siguientes situaciones.

- Aunque el *calor* y la *temperatura* están relacionados, no son lo mismo. Da una definición de los términos y explica la diferencia.
- Se llena un vaso con agua de una alberca que está a 30 °C. ¿La temperatura de ambos recipientes es igual o distinta?, ¿y la energía interna?, ¿hay flujo de calor en este proceso?
- Cuando freímos un alimento a la temperatura de ebullición del aceite (entre 180 °C y 240 °C), la superficie de este queda crujiente y no grasosa; sin embargo, cuando la fritura se hace con el aceite a menor temperatura, o con uno de girasol sin refinar, que hierve a 100 °C, el alimento queda grasoso y blanduzco. Este cambio se debe a que, a altas temperaturas, el agua que contiene el alimento se evapora rápidamente. ¿Por qué se puede afirmar esto?, ¿cómo es posible que el vapor de agua producido en la superficie del alimento evite que la comida quede grasosa? En esta situación, ¿cuáles son las formas de propagación de calor y en qué dirección se da?
- Se dice que en el Monte Everest no se puede cocinar porque el agua no hierve. Di si esto es correcto o no y explica por qué.



3. En el esquema se resumen las formas de propagación del calor. Intercambia ideas con tus compañeros y completa la información de los recuadros vacíos.

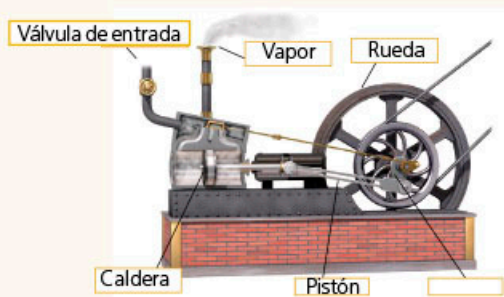


Figura 2.1 Máquina de vapor

- Caldera
- Vapor
- Válvula de entrada
- Pistón
- Rueda
- Agua
- Cilindro
- Válvula de salida
- Condensador
- Horno
- Agua para refrigeración

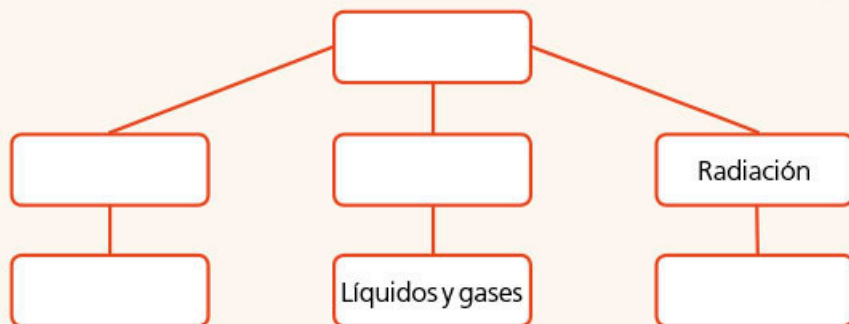


Figura 2.2 Lámpara sin baterías

4. En la figura 2.1 se representa el funcionamiento de una máquina de vapor.

- a) Explica su funcionamiento.
- b) ¿Cuál es la fuente primaria de energía?
- c) ¿Qué tipo de energía se obtiene al final?
- d) ¿Dónde se disipa la energía?
- e) Si la combustión proporciona cinco millones de joules, ¿en la rueda se obtiene más, menos o igual cantidad de energía?, ¿por qué?

5. Existe en el mercado una lamparita que no necesita baterías para funcionar. Tu amigo Marcos te dice que eso es imposible, ya que para que encienda un foco debe haber una fuente de energía y esa solo la proporciona la batería. Por esa razón desarmaste la lámpara para ver cómo está construida. Las siguientes figuras muestran el dispositivo (figura 2.2).

- a) En vez de batería, la lámpara tiene...
 

( ) un transformador.	( ) una turbina.
( ) un generador.	( ) una antena.
- b) Explica cómo el dispositivo de la pregunta anterior puede sustituir la batería.
- c) En la siguiente lista pon **V** para verdadero y **F** para falso para indicar qué transformaciones de energía ocurren en el funcionamiento de la lámpara.
 

( ) Mecánica	( ) Térmica
( ) Lumínica	( ) Eléctrica
( ) Magnética	
- d) De las opciones de la pregunta C, elige la fuente inicial de la cadena de transformaciones.
- e) De las opciones de la pregunta C, elige la(s) transformación(es) final(es).

## Autoevaluación

- Reflexiona tu desempeño durante esta unidad. Con un marcatextos, sombrea la casilla que corresponde a tu desempeño.

Respuestas	Actividades experimentales	Datos, Tic Tac y Fuentes	Mis nuevos conocimientos	Vínculos con el entorno
Respondí a todas las cuestiones.	Hice todos los experimentos.	Siempre complementé con ellos.	Resolví todas las preguntas.	Siempre relacioné las ideas de física con mi entorno.
Me faltó responder algunas.	Me faltaron algunos experimentos.	Casi siempre complementé con ellos.	Me faltaron algunas preguntas.	Casi siempre relacioné las ideas de física con mi entorno.
Respondí cerca de la mitad.	Hice la mitad de los experimentos.	A veces complementaba con ellos.	Resolví alrededor de la mitad.	A veces establecí relaciones con mi entorno.
Respondí menos de la mitad.	Hice menos de la mitad de los experimentos.	Casi no complementaba con ellos.	Resolví menos de la mitad.	Casi no encontré relaciones con mi entorno.

## Coevaluación

Casi todas las actividades propuestas se efectúan en equipo. Intercambia tu libro con alguno de tus compañeros y pide que sombree la casilla que corresponde a tu desempeño en los siguientes aspectos de acuerdo con una escala de 0 (nunca) a 4 (siempre).

Aportó ideas para el desempeño del equipo.	0	1	2	3	4
Llevó a buen término las tareas asignadas.	0	1	2	3	4
Atendió con respeto las ideas de otros.	0	1	2	3	4
Se dirigió cortésmente a sus compañeros.	0	1	2	3	4
Se comprometió con la tarea del equipo.	0	1	2	3	4
Apoyó a sus compañeros cuando lo necesitaron.	0	1	2	3	4

- Analiza tus respuestas a ambas tablas.

1. **Elabora un escrito breve en el que señales acciones para mejorar lo no tan bueno y para mantener lo bueno.**
2. **Reflexiona sobre lo que sabías antes de comenzar la unidad y compáralo con los conocimientos que has construido hasta este punto.**
3. **Identifica tus avances y, con base en los contrastes, elabora un plan de mejora.**

# Unidad 3





## Universo y obtención de energía

La Tierra, el sitio donde vivimos, es partícipe de los cambios continuos que suceden en el universo y en el Sistema Solar. Identificar y explicar algunos de ellos permite comprender aspectos de la diversidad que nos rodea.

El propósito de esta unidad es que construyas explicaciones acerca del origen y la evolución del Universo y del Sistema Solar, con base en ideas propuestas a partir de la gravitación. También se pretende que reflexiones acerca de las formas de producción de energía y sus consecuencias para el medioambiente, de tal forma que concedas valor al empleo de fuentes renovables de energía y asumas la responsabilidad en tu consumo energético. Finalmente, se analizan algunas actividades humanas que se han modificado notablemente en el transcurso de los años para que reconozcas el impacto de los avances tecnológicos en ellas.

Eje: sistemas

Tema: Sistema Solar

**Aprendizaje esperado:** describe las características y la dinámica del Sistema Solar. Analiza la gravitación y su papel en la explicación del movimiento de los planetas y de la caída de los cuerpos (atracción) a la superficie terrestre.

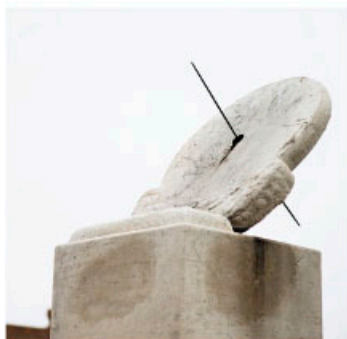


Figura 12.1 Reloj de sol en la ciudad prohibida en Beijing



Figura 12.2 Fases de la Luna, de creciente a llena

## MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia explorarás diversas características del Sistema Solar y describirás su dinámica.

En quinto de primaria estudiaste, en el bloque 5, sus componentes, tamaños y distancias relativas; en este curso profundizarás en la dinámica del sistema.

Analizarás la interacción gravitatoria y reconocerás su alcance en los fenómenos del movimiento de los cuerpos y de la caída libre.

1. **Forma un equipo con dos compañeros, analicen las siguientes cuestiones y respondan cada una.**

Guarden sus respuestas y explicaciones para estas preguntas.

### Situación A: características del Sistema Solar

- ¿Es el Sol una estrella?, ¿por qué?
- Si miramos al cielo estrellado, ¿podemos distinguir entre los planetas de nuestro Sistema Solar y las estrellas?, ¿cómo lo haríamos?
- Además de la Tierra, ¿qué otros planetas tienen lunas?
- ¿A qué distancia está la Luna de la Tierra? Anoten el número que les parezca acertado.
- Hagan un esquema del Sistema Solar en el que representen el tamaño relativo de sus componentes y las distancias que existen entre ellos.
- ¿Consideran que puede haber vida semejante a la nuestra en algún otro planeta del Sistema Solar? Argumenten su respuesta.

### Situación B: dinámica del Sistema Solar

- Si la duración de un día es de 24 horas, ¿por qué durante unos meses las horas de luz son más que las de oscuridad, y en otros meses son más largas las noches que los días?
- Con base en la pregunta anterior, ¿qué tan útiles son los relojes de Sol para conocer la hora del día? (figura 12.1)
- ¿A qué se deben las fases de la Luna? (figura 12.2)
- ¿Hay algún planeta que presente fases similares a las de la Luna? Si es así, ¿cuál o cuáles?

### Situación C: gravitación

- Elabora un dibujo que represente la trayectoria de un balón de fútbol al que se le ha dado una patada y vuela por el aire.
- ¿Qué tipo o tipos de fuerzas se requieren para el movimiento de las naves espaciales?
- Elabora un dibujo en el que representes a todo el planeta Tierra. Ubica sobre él personas paradas en diferentes sitios: ¿hay algunas que no se encuentren con la cabeza hacia arriba?, ¿hay otras que estén inclinadas e incluso invertidas?
- Si cada una de estas personas deja caer una manzana, dibuja cómo se mueve esta fruta en cada caso.
- En una novela de aventuras en el espacio, el capitán de la astronave afirma que la Luna cae hacia la Tierra. ¿Es correcta su afirmación? Explica.
- ¿Por qué la Tierra no gira en torno a la Luna?

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### Los cuerpos celestes marcan el tiempo

Una de las preguntas que se hizo la humanidad desde la Antigüedad, es si el Sol gira alrededor de la Tierra, o la Tierra alrededor del Sol. Para los antiguos no había duda: la Tierra era el centro de todo. Costó mucho tiempo e investigación saber y más aún aceptar que la Tierra forma parte de un Sistema Solar y este de una galaxia que contiene muchos sistemas.


La observación directa, debido a las dimensiones que manejamos como humanos, nos dice que la Tierra es plana y que el Sol es el que gira a su alrededor. Sin embargo, los navegantes sabían que había estrellas que desaparecían cuando navegaban hacia el sur y aparecían nuevamente al navegar al norte. Si la Tierra fuera plana siempre se deberían ver las mismas estrellas desde cualquier punto.

Hacia el año 450 a. n. e., Filolao de Tarrento (470-380 a. n. e., fechas aproximadas) indicó que, si se observaba un barco alejándose, se veía que su tamaño se iba reduciendo y que el casco parecía desaparecer en el mar, siendo el mástil lo último que se podía observar (figura 12.3). Esto parecía indicar que la Tierra no podía ser plana. Filolao también tuvo en cuenta que, si a la Luna la vemos como un disco, al igual que el Sol, no era lógico que la Tierra tuviera otra forma. Estudió los eclipses de Luna y concluyó que, si la sombra sobre ella era siempre un disco, el cuerpo que hacía la sombra debía ser esférico. Por lo tanto, la Tierra tenía que ser esférica. Esto quiere decir que, mirando hacia la Luna, se supo la forma que debería tener la Tierra. Hay que añadir que para los griegos la esfera y el círculo eran formas perfectas y como tales debían ser la base de la construcción geométrica del universo.

La esfericidad de la Tierra se comprobó por primera vez en el viaje de circunvalación de la Tierra, iniciado en agosto de 1519 al mando de Fernando de Magallanes y terminado en septiembre de 1522 al mando de Sebastián Elcano. Finalmente, en 1969, con el viaje del Apolo 11, se pudo observar la Tierra desde la Luna (figura 12.4).



**Figura 12.3** El barco desaparece en el horizonte; esto es una evidencia de que la Tierra no es plana.

**#FUENTE** 

En realidad, la Tierra no es totalmente esférica. En el siguiente vínculo puedes conocer más acerca de la forma de la Tierra y de la importancia de su estudio: [redir.mx/SSPCF2-166a](http://redir.mx/SSPCF2-166a).

**Figura 12.4** La Tierra vista desde la Luna en cuarto menguante



## #DATO

Un modelo conceptual es inventado para proporcionar una representación adecuada del sistema que se quiere emular; adecuada en el sentido de ser precisa, consistente y completa. El modelo conceptual es inventado por profesores, diseñadores, científicos e ingenieros.

Aun antes de saber que la Tierra era esférica, se pudieron construir calendarios que regían la siembra y la cosecha, así como las festividades religiosas relacionadas con ellas. Esto se hizo a partir de una observación detallada de las fases de la Luna (figura 12.5) que presentan una periodicidad muy clara y corta (aproximadamente 29 días). También se utilizó la variación de las horas de luz y de la temperatura percibida. Se dice que la astronomía comenzó cuando el hombre descubrió que el movimiento de los cuerpos celestes marcaba el tiempo.

Con el Sol se marcó el día y la noche, así como las estaciones del año. La Luna llena se utilizó como señal de inicio de ciclos que después se ajustaron a meses. Sin embargo, los tres intervalos no eran compatibles entre ellos. En particular un año no correspondía a un número entero de meses. El establecimiento de calendarios fiables requirió una observación detallada del cielo desde 25 siglos antes de nuestra era. Los babilonios fueron los primeros en construir torres de base piramidal que utilizaban como observatorios.



**Figura 12.5** Eclipse de Luna, ¿por qué se ve roja y completa cuando el eclipse es total?

Ellos clasificaron a las estrellas en fijas y errantes. Las errantes son los planetas, palabra derivada del griego *planêtês*: vagabundo, errante. Los babilonios conocían la existencia de cinco planetas que ahora llamamos Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno.

Los sacerdotes-astrónomos llevaban registro detallado de los movimientos del Sol, la Luna y los planetas, lo que les permitía predecir los eclipses lunares, pero sin comprender cuál era su causa.

En la zona de Mesopotamia se desarrolló un sistema numérico basado en el número 60, en vez del diez que utilizamos actualmente. A esta civilización debemos la división del círculo y del cielo en  $360^\circ$ , así como la de las horas en sesenta minutos y los minutos en sesenta segundos.

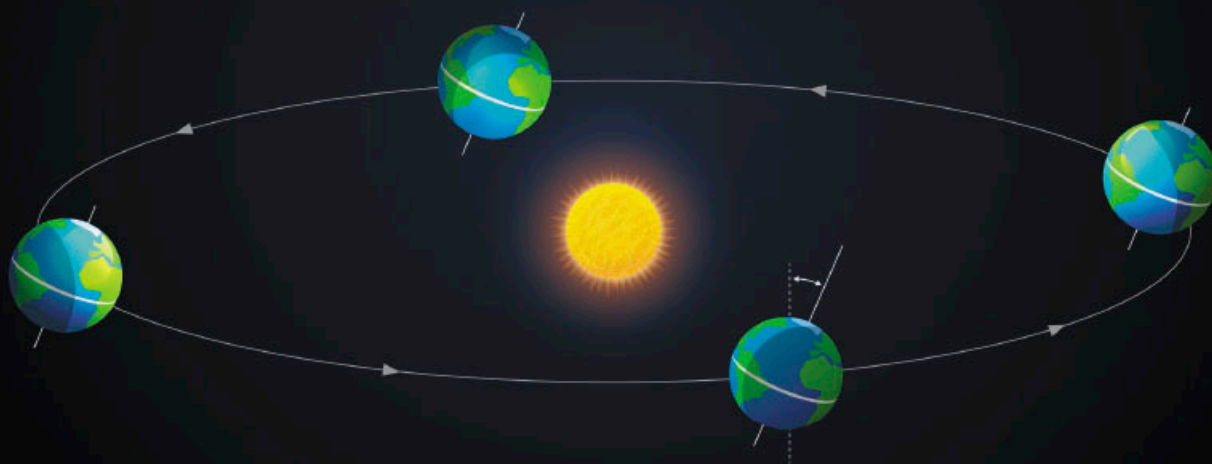
Los mayas también fueron grandes observadores del cielo (figura 12.6): conocían la periodicidad de los eclipses, tenían tres calendarios para hacer coincidir los diferentes ciclos observados, uno de ellos correspondiente a los movimientos de Venus. Evidentemente todos estos observadores solo disponían de sus ojos.

## 2. Reúnete con un equipo de tres compañeros para construir un modelo del sistema Sol-Tierra.

- Su modelo les permitirá explicar acontecimientos diurnos y hacer predicciones relacionadas con las estaciones del año (figura 12.7, en la página siguiente).
- Investiguen en la biblioteca o en internet todos los datos que requieran.
- Para poner su modelo a prueba, demuestren que con él pueden resolver los siguientes puntos.
- Es posible que al ir contestando el cuestionario necesiten hacer nuevas consultas.



**Figura 12.6** El observatorio en Chichen Itzá



- a) ¿Por qué cambia la hora del amanecer y del atardecer a lo largo del año?
- b) ¿Cómo explicarían que las horas de luz no duren lo mismo en el año?
- c) ¿Cuál es el día más corto (horas de luz) en su localidad y cuántas horas tiene?
- d) Suponiendo que el Sol se encuentra en el lado derecho de la esfera terrestre, dibujen mediante rayos, la luz que llega a la Tierra ese día.
- e) De acuerdo con este esquema, ¿cuántas horas de luz habrá en el polo sur?
- f) Hay dos días en el año llamados *equinoccios*. Hagan un dibujo en el que muestren que en toda la Tierra el día dura las mismas horas que la noche.
- g) ¿La diferencia de las estaciones se debe a la cercanía de la Tierra al Sol? Expliquen por qué hay temporadas de calor y otras de frío.
- h) La trayectoria aparente del Sol parece cambiar a lo largo del año, ¿a qué se debe esto?
- i) ¿Permite su modelo explicativo (modelo Sol-Tierra) hacer predicciones de lo que sucede en otras localidades lejanas a la suya?
- j) Si la duración de un día es de 24 horas, ¿por qué durante unos meses las horas de luz son más que las de oscuridad y en otros son más largas las noches que las horas de luz?

**Figura 12.7** ¿Qué origina las estaciones?

#### #TIC TAC



En la siguiente dirección electrónica encontrarás una simulación que te permite observar una animación del Sistema Solar; aquí puedes ver el movimiento de los planetas, entre otras cosas [redir.mx/SSPCF2-167a](http://redir.mx/SSPCF2-167a).





**Figura 12.8** Movimiento del firmamento en torno a la estrella Polar

#TIC TAC



En la siguiente dirección electrónica está descrito el método geométrico de Aristarco: [redir.mx/SSPCF2-168a](http://redir.mx/SSPCF2-168a).

#ALGUIEN COMO YO



Julieta Fierro Gossman es una de las astrónomas mexicanas más reconocidas a escala mundial; se dedica a la divulgación de la ciencia; estudió la carrera de Física en la UNAM. Te invitamos a que la conozcas más en [redir.mx/SSPCF2-168b](http://redir.mx/SSPCF2-168b).

## La medida de distancia en astronomía

Si a simple vista no se podía saber que la Tierra era esférica, eso suponía que su tamaño era muy grande comparado con la dimensión humana. Eratóstenes de Cirene (284 - 196 a. n. e, fechas aproximadas) hizo la primera medida correcta del radio de la Tierra. Se sabía que a mediodía del 21 de junio el fondo de los pozos de agua se podía ver iluminado en Siena debido a que el Sol se encontraba exactamente en la vertical. Sin embargo, en Alejandría, los objetos sí proyectaban sombras. Utilizando el ángulo que formaban los rayos del Sol ( $7.2^\circ$ ) y la distancia entre las dos ciudades (800 km, que fue medida en pasos) Eratóstenes pudo calcular el radio terrestre.

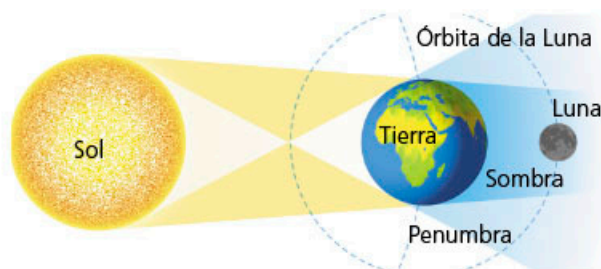
### 3. Calcula la circunferencia y el radio de la Tierra y utilizando los datos de Eratóstenes de Cirene.

- Si a  $7.2^\circ$  le corresponde un arco de 800 km, ¿cuál será la longitud de la circunferencia? Recuerda que la circunferencia tiene  $360^\circ$ .
- Con el valor de la circunferencia calcula el radio de la Tierra, utilizando la expresión para la longitud de la circunferencia. Si no recuerdas la relación matemática, búscala en algún libro de geometría.
- Compara los valores obtenidos con los conocidos actualmente.

Conociendo la medida de la Tierra, los griegos supusieron que la esfera que contiene las estrellas debería ser un poco mayor a la de la Tierra. La esfera celeste da una vuelta al día en torno a un eje que parece ser la estrella Polar, la distancia entre las estrellas permanece constante, por lo que se les llamó *estrellas fijas* (figura 12.8). Además de las estrellas fijas había otros cuerpos celestes que vagaban por el cielo; a ellos se les llamó *planetas*. En la época de los griegos se consideraban planetas a lo que ahora llamamos *Sol, Luna, Venus, Júpiter, Marte, Saturno y Mercurio*. Para calcular la distancia a estos se supuso que todos se movían en el cielo más o menos con la misma rapidez, por lo que a mayor rapidez aparente debería haber mayor cercanía con la Tierra. Con esta hipótesis, y teniendo como referencia a las estrellas fijas, se encontró que el objeto más cercano es la Luna, seguido por Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter y Saturno.

La primera medida del tamaño de la Luna y de la distancia a la que se encuentra de la Tierra la llevó a cabo Aristarco de Samos (310-230 a. n. e.). Utilizó la geometría para sus estimaciones y obtuvo una buena aproximación. Después, también con procedimientos geométricos, estimó la distancia de la Tierra al Sol. Aunque sus mediciones no fueron totalmente certeras. Durante un eclipse total de Luna, la sombra proyectada por la Tierra tiene exactamente el mismo diámetro que el satélite natural de la Tierra (figura 12.9).

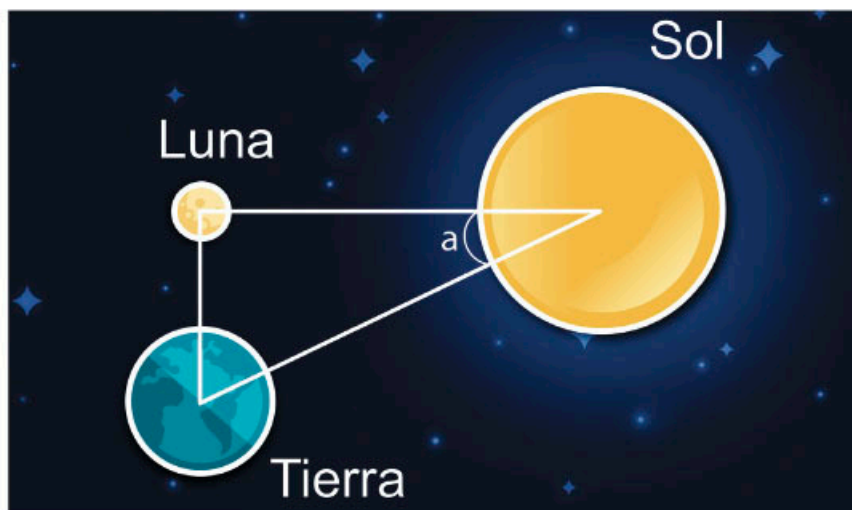
Aristarco determinó la velocidad con la que se mueve la Luna por el fondo de estrellas fijas. Primero calculó el ángulo con el que se ven los bordes más separados de la circunferencia lunar desde la Tierra; para ello utilizó una plomada y un transportador. El ángulo obtenido fue de  $0.5^\circ$ .



**Figura 12.9** Eclipse total de Luna

Posteriormente midió el tiempo que tardaba en atravesar una estrella fija y obtuvo una hora (aún no existían los relojes mecánicos, por lo que debió hacerlo con un reloj de arena). Durante el eclipse, la Luna tarda tres horas en atravesar la sombra, por lo que su diámetro es un tercio del de la Tierra.

Utilizando también un método geométrico, Aristarco estimó la distancia de la Tierra al Sol. Él había observado también que el diámetro aparente del Sol era aproximadamente el mismo que el de la Luna. Para ello utilizó el momento en el que media Luna está iluminada (cuarto creciente o cuarto menguante) y supuso que la luz del Sol formaba un ángulo recto con la línea que une la Tierra y la Luna (figura 12.10).

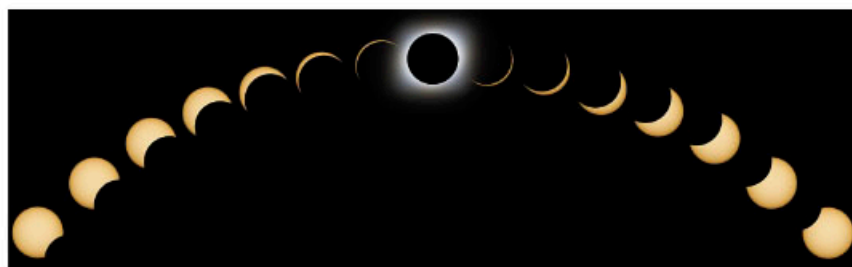


**Figura 12.10** Triángulo rectángulo formado por las líneas Tierra-Sol-Luna cuando la Luna está en cuarto creciente o menguante

Sabiendo que la suma de los ángulos internos de un triángulo es de  $180^\circ$ , Aristarco midió el ángulo formado por la línea Tierra-Luna y Tierra-Sol y obtuvo que era de  $87^\circ$ , por lo que el ángulo Tierra-Sol-Luna debería de ser de  $3^\circ$ . Con estos datos obtuvo una distancia de poco más de 7.5 millones de kilómetros; la distancia conocida actualmente es de 150 millones de kilómetros. El error se debió a la dificultad de medir el ángulo formado por la línea Tierra-Luna y Tierra-Sol que es de  $89^\circ 51'$  en vez de los  $87^\circ$  medidos por Aristarco. El error de las medidas no se debe a su metodología, sino a que únicamente contaba con sus ojos, una plomada y un transportador.

Algunos historiadores creen que Aristarco notó a través de sus mediciones que el Sol es mayor que la Tierra y que la Luna, y que esto le llevó a proponer una teoría heliocéntrica, ya que era muy raro que un cuerpo mucho más grande, como el Sol, girara en torno a otro más pequeño como la Tierra. Él pensaba que la posición de algunos astros se explicaría más fácilmente si estos giraran en torno al Sol. Sin embargo, esta teoría, que ponía al Sol en el centro del Universo, no fue aceptada en su tiempo.

La sucesión de los días y las noches, así como su variación a lo largo del año, las estaciones, las mareas, las fases de la Luna y los eclipses son fenómenos asociados con las posiciones relativas de la Tierra, el Sol y la Luna (figura 12.11).



**#FUENTE**

La palabra eclipse proviene de la palabra griega *ékleipsis*, que significa desaparición; este y otros datos curiosos los puedes conocer en el video que encontrarás en [redir.mx/SSPCF2-169a](https://redir.mx/SSPCF2-169a).

**Figura 12.11** Eclipse total de Sol. Este no sería posible si los diámetros aparentes del Sol y la Luna fueran distintos.

#### 4. Haz una maqueta que te permita visualizar los eclipses de la Luna y el Sol.

- Con los datos proporcionados en el texto intenta mostrar en tu maqueta las dimensiones de los tres cuerpos, así como la distancia entre ellos.
- Discute con tus compañeros y profesor las dificultades para hacer el trabajo.

#### Datos del Sistema Solar

El Sistema Solar es tan grande que ni siquiera contamos con una fotografía de este, aunque las sondas espaciales han recorrido una gran parte. Es difícil comprender cuál es el tamaño, la distancia relativa de los cuerpos celestes y sus masas. El Sol concentra 99.75% de la masa del sistema.

Alrededor del Sol orbitan ocho planetas; los cuatro más cercanos (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) están compuestos principalmente de roca y metal, tienen una superficie sólida; se les conoce también como *planetas interiores o terrestres*. Los cuatro más alejados son más masivos que los terrestres, se les denomina *gigantes gaseosos* y están compuestos de hielo y gases; no se conoce la estructura de su superficie. Júpiter y Saturno están formados principalmente por hidrógeno y helio, mientras que Urano y Neptuno tienen grandes cantidades de metano, amoníaco y agua congelada. Además de estos planetas, el Sistema Solar tiene planetas enanos (Plutón, Eris, Make-make, Haumea y Ceres), asteroides, satélites, cometas y polvo.

El Sol es el único cuerpo del Sistema Solar que emite luz; todos los demás reflejan la recibida de este. Los planetas y los asteroides orbitan alrededor del Sol aproximadamente en un mismo plano. Se considera que el Sistema Solar se formó hace 4 600 millones de años a partir de un colapso gravitatorio de una nube de hidrógeno y helio (nebulosa protosolar). Esto significa que la nube se contrajo debido a su propia gravedad; al hacerse más pequeña aumentó su velocidad de rotación. La mayor parte de la materia se concentró en el centro y se volvió cada vez más caliente, el resto originó un disco de material residual que se fue enfriando. A partir de él se formaron los planetas y los cinturones de asteroides. Plutón, que dejó de considerarse planeta en 2006, orbita fuera del plano de los ocho planetas, por lo que se considera que no se formó junto con el resto del Sistema Solar, sino que fue atrapado por la gravedad del Sol.

5. Reúnete con dos compañeros para revisar y, en caso necesario, corregir las respuestas que dieron a la Situación A de la sección de inicio, y compártanlas con el grupo.

### Modelos del Sistema Solar

A continuación, revisaremos los modelos más importantes del Sistema Solar que han sido propuestos a lo largo de la historia.

#### Modelos geocéntricos

El primer modelo del Sistema Solar es el que construimos todos intuitivamente: una Tierra plana y dos astros cercanos: el Sol y la Luna, un fondo de estrellas fijas y algunas que se mueven; también pareciera que todo gira alrededor del punto desde donde observamos. El siguiente modelo avanza al considerar la Tierra como una esfera, pero mantiene todos lo demás aproximadamente igual.

Poco a poco, influido por las creencias del momento histórico, este modelo fue cambiando. Para los griegos que consideraban a la esfera como un cuerpo perfecto, el Universo tenía que estar formado por esferas concéntricas. Pitágoras planteó una Tierra inmóvil en el centro del universo rodeada por esferas cristalinas que rotan y

llevan insertados cuerpos celestes. Esto no podía explicar las irregularidades de los movimientos aparentes, como el movimiento retrógrado de los planetas.

Aristóteles superó el problema del movimiento irregular creando un sistema muy complejo de 55 esferas encajadas unas en las otras (figura 12.12); sin embargo, su modelo era incapaz de explicar la luminosidad aparente de los planetas.

En el siglo II, Tolomeo modificó el modelo de Aristóteles e introdujo los epiciclos y los deferentes para explicar el modelo planetario (figura 12.13). El *deferente* es un círculo centrado en la Tierra y el *epiciclo* un círculo pequeño que parece rodar sobre el primero. Ajustando estos dos se podía reproducir con precisión el movimiento aparente de los planetas, además de explicar el cambio de brillo. Su teoría fue aceptada hasta el siglo XVI.

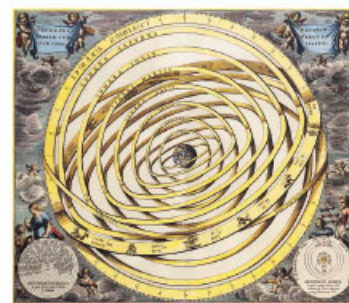


Figura 12.12 Modelo geocéntrico de Aristóteles

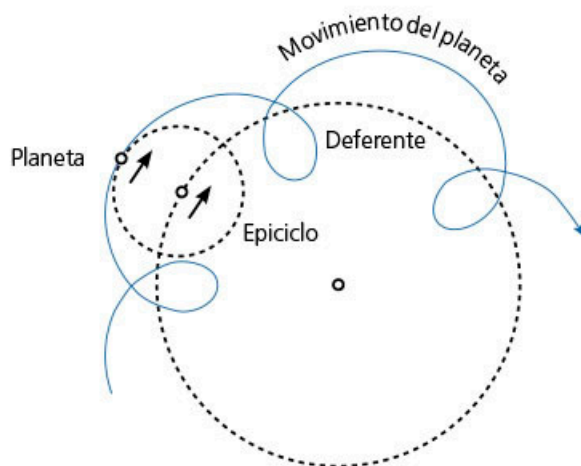


Figura 12.13 Epiciclos y deferente para explicar el movimiento retrógrado de los planetas

### Revolución copernicana

Nicolás Copérnico (1473-1543) fue el primer astrónomo que propuso una teoría coherente del Universo con el Sol en el centro: la teoría heliocéntrica. En el modelo de Copérnico (figura 12.14), al igual que en el de Tolomeo, el Universo es esférico y finito, limitado por la esfera de estrellas fija, la cual permanece inmóvil en el espacio y está tan lejana que no se puede apreciar el efecto de paralaje.

Para Copérnico, la Tierra es tratada como un planeta más, con movimientos de rotación y traslación, y la Luna gira alrededor de ella. El centro del universo de Copérnico coincide con el centro de la órbita terrestre en torno al Sol. La Tierra se mueve en una órbita centrada aproximadamente en el Sol, gira sobre su eje una vez al día con un ángulo respecto al ecuador celeste, llamado *declinación*.

Para Copérnico, los planetas se mueven en órbitas circulares.

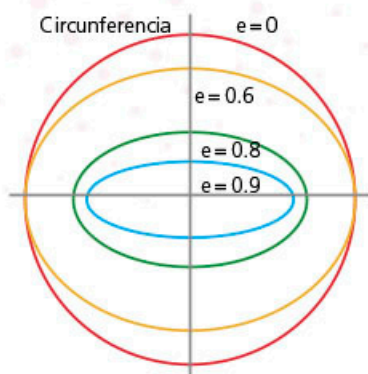
### Leyes de Kepler

Los astrónomos y físicos Tycho Brahe (1546-1601), Galileo Galilei (1564-1642) y Johannes Kepler (1571-1630) fueron contemporáneos. Tycho Brahe se distinguió por la observación detallada del cielo antes de la invención del telescopio. Debido a su posición acomodada, hizo que se construyera en una isla lo que puede considerarse como el primer instituto de investigación astronómica. Pasó allí más de veinte años haciendo observaciones.

En 1577 hizo la observación detallada de un cometa y llegó a la conclusión de que la órbita no era circular, como afirmaban los griegos, sino elíptica.



Figura 12.14 Modelo heliocéntrico de Copérnico

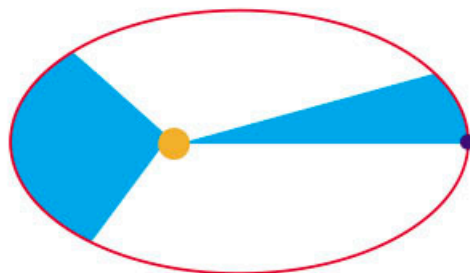


**Figura 12.15** Elipses con diferente excentricidad, denotada por "e"

Kepler trabajó con Brahe y, a su muerte, todas sus tablas y datos pasaron a Kepler. Fue él quien inició los cálculos de la órbita de Marte pensando que las del resto de los planetas deberían ser circulares. Después de trabajar tres años con los datos de Tycho tuvo que aceptar que la órbita de Marte no es circular, sino elíptica con una pequeña excentricidad de tan solo 8 minutos de arco (figura 12.15).

Si hubiera trabajado con un planeta cuya órbita tuviera una excentricidad menor, seguramente no se hubiera dado cuenta de la discrepancia (tabla 12.1). Después del éxito de su estudio con Marte se abocó al estudio de los otros planetas, utilizando los datos de Tycho. En 1609 publicó su obra *Astronomía nova (La nueva astronomía)* en la que enuncia sus dos primeras leyes. Esto es que "el movimiento planetario no es circular sino elíptico en uno de cuyos focos se encuentra el Sol" (primera ley) y que la velocidad del planeta varía en relación con su proximidad al Sol de "manera que los radios que unen a planeta y sol barren áreas iguales en tiempos iguales" (segunda ley) (figura 12.16).

**Figura 12.16** La línea que une a un planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales



En 1619, tras un trabajo de 18 años, Kepler propuso una tercera ley. Esta relacionó los periodos de revolución (el tiempo que tarda en recorrer la órbita completa) de los planetas con sus distancias medias al Sol: "el cuadrado del periodo es proporcional al cubo de la distancia media al Sol". Las leyes de Kepler se pueden utilizar para describir el movimiento de cualquier

cuerpo que orbite alrededor del Sol, como planetas, asteroides y cometas, o bien para satélites orbitando alrededor de los planetas.

Planeta	Excentricidad de la órbita
Mercurio	0.206
Venus	0.0068
Tierra	0.0167
Marte	0.0934
Júpiter	0.0485
Saturno	0.0556
Urano	0.0472
Neptuno	0.0086

### Aportaciones de Galileo

Además de las aportaciones a la dinámica, que dieron pie a Newton para establecer sus leyes, Galileo hizo más aportaciones a la astronomía. Construyó su propio telescopio con base en lentes. Lo primero que observó fue que la Luna tiene valles y montañas, cuya altura calculó a partir de su sombra sobre la superficie lunar. Esto significaba que los cuerpos celestes tenían imperfecciones, contra lo afirmado por sus antecesores, que consideraban que los cuerpos celestes eran perfectos.

También descubrió que Júpiter tiene satélites y que sus órbitas obedecían las dos leyes de Kepler dadas a conocer poco tiempo antes. Descubrió, además, que Venus tiene fases, como la Luna y que estas solo se podían explicar a partir del modelo de Copérnico; esta observación cuestiona nuevamente el modelo geocéntrico.

En el verano de 1612, Galileo observó, con su telescopio en modo de proyección, la presencia y la evolución de las manchas solares. Posteriormente pudo concluir que el Sol rotaba, ambas observaciones contradecían la supuesta inmutabilidad del Sol.

Otra gran aportación de Galileo fue darse cuenta de que el periodo de oscilación de un péndulo es constante. Este descubrimiento permitió la construcción de relojes más precisos, lo que impactó fuertemente la vida cotidiana y los trabajos experimentales en física donde el tiempo es una variable importante. Con las aportaciones de Kepler y Galileo se estableció el nuevo modelo de universo: un sistema heliocéntrico con órbitas elípticas que siguen las dos primeras leyes de Kepler.

#FUENTE



Para saber más acerca de las Leyes de Kepler, visita [redir.mx/SSPCF2-172a](http://redir.mx/SSPCF2-172a).

## Newton formula sus leyes basado en los trabajos de Galileo y Kepler

Kepler estableció las leyes del movimiento de los cuerpos celestes, pero no comprendió qué hace que los planetas se muevan alrededor del Sol.

El trabajo de Galileo dejó claro que todos los cuerpos que caen verticalmente tienen la misma aceleración, cuya magnitud se denota como  $g$  (como se revisó en la Secuencia 2 cuando se abordaron los contenidos sobre aceleración). También sabemos que si un cuerpo se acelera es porque sobre él actúa una fuerza diferente de cero, como se estudió en las ideas sobre fuerza de la secuencia 3. Pero ¿qué fuerza actúa sobre un cuerpo que cae?, ¿qué fuerza es la responsable de que una manzana caiga hacia la Tierra o de que un proyectil lanzado horizontalmente también lo haga?

Newton señala la presencia de una fuerza de atracción a la que llamó *fuerza de gravedad* (en griego la palabra *grave* se refiere a "pesado"). Después de años de estudio propuso la ley de gravitación en la que estableció que dos cuerpos, por el simple hecho de tener masa, se atraen entre sí. La magnitud de esta fuerza es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre los cuerpos. La fuerza está en la dirección de la recta que une los cuerpos y es atractiva.

La fuerza de gravedad, causante de que los objetos caigan hacia la Tierra, se presenta en toda ella. Como nuestro planeta es redondo, cuando personas ubicadas en diferentes sitios dejan caer objetos como una manzana, esta se mueve (o cae) hacia la Tierra. De acuerdo con este planteamiento, la fuerza que actúa sobre la manzana se dirige en todos los casos desde el centro de la manzana hacia el centro de la Tierra. Esta fuerza es precisamente el peso del objeto (como ya se ha mencionado en secuencias anteriores).

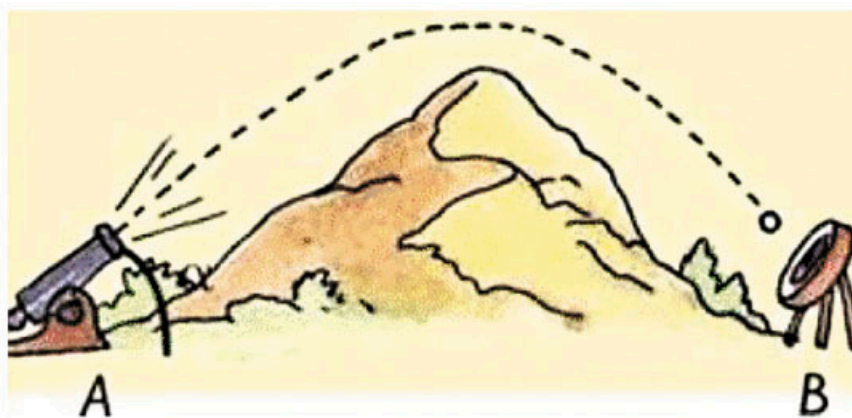


Figura 12.18 Actuación de la fuerza de gravedad

Observa que la expresión de que los cuerpos caen "hacia abajo" es relativa. Pues la idea de "hacia abajo" depende de la ubicación de cada persona. Recuerda, como se revisó en la secuencia 1, que el movimiento es relativo ya que depende de la referencia desde la cual se le estudie.

Galileo sí describió la caída vertical e incluso la trayectoria parabólica de la bala que sale de un cañón (figura 12.18); sin embargo, no acertó a explicar la causa que da origen a este movimiento.

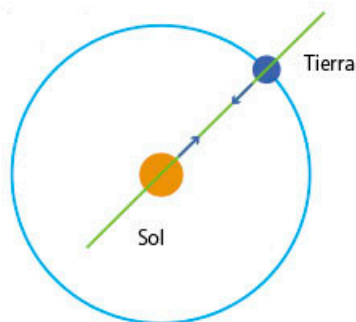
Isaac Newton retomó ideas de Galileo sobre la trayectoria de la bala e imaginó la situación en la que un proyectil es lanzado desde una montaña con una velocidad tal que, al caer, no llega a la Tierra, sino que durante su caída permanece girando en torno a ella. Él identificó la similitud de esta situación con el movimiento que des-



#TIC TAC

El cañón de Newton fue un experimento mental que ayudó al científico a entender que la Luna cae sobre la Tierra. Tú también puedes hacerlo con la aplicación [redir.mx/SSPCF2-173a](https://redir.mx/SSPCF2-173a).

**Figura 12.19** Interacción gravitatoria entre Sol y Tierra. Observa que las fuerzas son de igual magnitud.



cribe la Luna, y llegó a la conclusión que esta 'cae' hacia la Tierra (figura 12.19). Este razonamiento, sencillo y brillante, fue el inicio para identificar a la fuerza responsable de que los objetos caigan hacia la Tierra.

Cuando Newton llegó a la conclusión de que no solo los objetos cercanos a la Tierra caen hacia ella, sino que también la Luna lo hace, reflexionó que ¡los planetas también caen hacia el Sol! Cuando reconoció que una ley que explica el movimiento de los objetos terrestres también se aplica para los objetos celestes, se

produjo un gran cambio en el pensamiento científico, pues se identificó como la *ley de gravitación universal*.

Las aportaciones de Newton tuvieron gran influencia en el pensamiento científico y filosófico de su época, pues abrieron paso a la idea de que el ser humano, desde aquí en la Tierra, puede construir conocimientos para explicar todo el Universo.

En la explicación del movimiento planetario también entran en juego las tres leyes de Newton estudiadas anteriormente:

“Los planetas se mantienen en sus órbitas gracias a la fuerza de gravedad. Sin ella, no habría fuerza sobre ellos y mantendrían un movimiento en línea recta y con velocidad constante” como señala la primera ley de Newton.

La fuerza de gravedad es resultado de una interacción gravitatoria que siempre se manifiesta en una pareja de fuerzas de la misma magnitud, pero de dirección contraria. Es decir que la Tierra atrae a la Luna, pero la Luna también atrae a la Tierra.

Del mismo modo el Sol atrae a la Tierra y la Tierra atrae al Sol, o bien la Tierra atrae a una manzana y la manzana atrae a la Tierra. Estas fuerzas son de igual magnitud y dirección, pero diferente sentido.

- » Durante una interacción gravitacional, de acuerdo con la segunda ley de Newton, el objeto de menor masa se verá más afectado (tendrá más aceleración), mientras que el de mayor masa se afectará menos (tendrá menos aceleración). Por esto la manzana y la Luna (con menos masa) caen hacia la Tierra (con más masa), o bien la Tierra cae u orbita alrededor del Sol. Actualmente el modelo matemático de la ley de gravitación universal es:

$$F_g = \frac{Mm}{r^2}$$

Donde  $F_g$  es la fuerza gravitacional,  $M$  y  $m$  corresponden a la masa de los objetos,  $r$  es la distancia entre ellos y  $G$  es la constante de gravitación universal.

## 6. Reúnete con dos compañeros para revisar y, en su caso, corregir las respuestas que dieron a la Situación C de la sección de inicio.

- Compartan sus respuestas con el grupo.
- Con la ayuda del profesor resuelvan las dudas que pudieran surgirles.

### #DATO

Se dice que dos cantidades son directamente proporcionales si al aumentar una cantidad la otra hace lo mismo en una proporción igual; análogamente una de las dos disminuye.

Una cantidad es inversamente proporcional a otra si al aumentar una la otra disminuye en la misma proporción, es decir si una crece al doble la otra disminuye a la mitad o si una crece al triple la otra disminuye tres veces y así con cualquier cantidad.

En el caso de la ley de gravitación universal, la fuerza es inversamente proporcional con el cuadrado de la distancia de separación entre los objetos, esto significa que, si dos objetos se separan al doble de distancia, la fuerza entre ellos decrecerá cuatro veces.

### #FUENTE

Isaac Newton no calculó el valor de la constante de gravitación universal ( $G$ ); este cálculo lo realizó Henry Cavendish, puedes leer su biografía en: [redir.mx/SSPCF2-174a](http://redir.mx/SSPCF2-174a).

### #TIC TAC

Si hiciéramos una maqueta a escala con el Sol en el Zócalo de la Ciudad de México, ¿en dónde deberían ubicarse los demás planetas? En el siguiente enlace puedes ver, además de la ubicación, ¡los tamaños relativos entre ellos! [redir.mx/SSPCF2-174b](http://redir.mx/SSPCF2-174b).

## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

7. En parejas, analicen cada una de las siguientes cuestiones y respondan a las preguntas en su cuaderno, argumentando cada una de ellas.

- Después, discutan sus respuestas con el grupo y con la orientación de su profesor.
- a) ¿Qué tan grande es el Sistema Solar?
- b) ¿Cómo y cuándo se formó?
- c) Explica qué tan probable es que choquen dos cuerpos planetarios.
- d) ¿Qué evidencias existen para afirmar que la Tierra es de forma esférica?
- e) ¿Cuáles de las características que la Tierra presenta son las que la hacen apropiada para la vida?
- f) ¿Cuál es el astro más grande del Sistema Solar?
- g) ¿Por qué son esféricos todos los planetas?
- h) ¿Por qué al observar algunos de los planetas que pueden verse a simple vista tienen diferentes colores?

8. Reúnete en equipo con tres compañeros, analicen lo siguiente y discutan las posibles respuestas a lo que se plantea.

- Cuando lleguen a un consenso, compartan sus conclusiones con el grupo.
- a) La Tierra tiene movimientos de rotación y traslación; estos dan como consecuencia, por un lado, la existencia del día y la noche y por otro las estaciones.
  - ¿Posee la Luna estos dos movimientos?
  - ¿Cuánto dura un día lunar?
  - ¿De qué depende entonces la duración del día de un planeta?
- b) Desde hace mucho tiempo ha habido cuentos relacionados con marcianos. En junio de 2018, el robot *Curiosity* descubrió en Marte moléculas orgánicas formadas hace más de tres mil años, anteriormente, este mismo robot descubrió en 2013 indicios de agua en este planeta.
  - Indaguen si estos descubrimientos son evidencia suficiente para afirmar que ha habido vida en Marte o que actualmente existe.
  - ¿Por qué piensas que la existencia de agua es tan importante para determinar si un planeta puede albergar vida?

9. Lleva a cabo las siguientes investigaciones y redacta un texto pequeño en tu cuaderno, acompañado de dibujos.

- Luego, comparte tus resultados con el grupo.
- a) Investiga cuántos planetas del Sistema Solar tienen anillos, cuáles son las características de estos planetas y de qué están formados sus anillos.
- b) Investiga qué planeta rota en un movimiento contrario respecto al resto de los planetas.
- c) Investiga qué planeta tiene la mayor inclinación de su eje de rotación respecto al plano de su órbita alrededor del Sol.

10. Explica con tus palabras por qué la Tierra “cae” en torno al Sol. Elabora un dibujo para apoyar tu explicación. Dibuja en él la interacción entre estos dos cuerpos (recuerda que en una interacción se presentan dos fuerzas).



#FUENTE

¿Por qué Plutón dejó de considerarse planeta? En el año 2006, el entonces planeta Plutón dejó de ser considerado como tal debido a un acuerdo de la Unión Astronómica Internacional. Esta información y más datos interesantes los puedes leer en [redir.mx/SSPCF2-175a](http://redir.mx/SSPCF2-175a).



#DATO

Un año luz se define como la distancia que recorre la luz en un año, asimismo un segundo luz es la distancia que recorre en un segundo y un minuto luz es la distancia que recorre en un minuto.

Estas equivalencias son:

- 1 segundo luz = 299 792 458 m
- 1 minuto luz = 17 987 547 480 m
- 1 año luz = 9 460 730 472 580 800 m



**Eje:** materia, energía e interacciones

**Tema:** naturaleza macro, micro y submicro

**Aprendizaje esperado:** describe algunos avances en las características y la composición del Universo (estrellas, galaxias y otros sistemas). Describe cómo se lleva a cabo la exploración de los cuerpos celestes por medio de detección y procesamiento de las ondas electromagnéticas que emiten. Identifica algunos aspectos sobre la evolución del Universo. Explora algunos avances en la comprensión y constitución de la materia y reconoce el proceso histórico de construcción de nuevas teorías.



Figura 13.1 Vista de la Vía Láctea

Figura 13.2 Ejemplos de algunos objetos que se pueden encontrar en el Universo. Ten en cuenta que estas imágenes no están a escala; es decir, no corresponden con las dimensiones que realmente tienen, pues unos serían muy pequeños y otros, gigantescos.

## MIS PRIMERAS IDEAS

Desde la Antigüedad, la humanidad se ha preguntado qué es el Universo, cómo es y de qué está hecho. En esta secuencia explorarás algunos avances en el estudio del Universo y la estructura de la materia. De este modo, ampliarás los conocimientos que adquiriste en sexto de primaria. Reconocerás la importancia de las ondas electromagnéticas en la exploración y detección de cuerpos celestes, e identificarás las ideas fundamentales para explicar su evolución.

1. Junto con un compañero, analicen los planteamientos siguientes y respondan las preguntas. Recuerden justificar sus respuestas.

### Situación A: características y composición del Universo

- a) En la secuencia anterior se formaron una idea de lo grande que es el Sistema Solar. ¿Es de mayor o menor tamaño que una galaxia?
- b) Si van a un lugar apartado de la ciudad, en una noche despejada y sin Luna, probablemente observen la Vía Láctea (figura 13.1). ¿Qué es?
- c) Investiguen qué tipo de objetos hay en el Universo. Ordénelos de mayor a menor según su tamaño. Algunos se presentan a continuación (figura 13.2).



### Situación B: evolución del Universo

- d) Carl Sagan fue un gran estudioso del Universo y un divulgador de la ciencia. Él dijo "somos polvo de estrellas". Esta frase tan bella es científicamente correcta. ¿A qué suponen que se refiera?, ¿de qué se imaginan que están hechas las estrellas?, ¿cómo se puede saber si nadie ha podido ir a una para analizarla?

### Situación C: exploración del Universo

- e) En la Antigüedad las observaciones de los objetos celestes se hacían a simple vista, luego se utilizaron telescopios cada vez más grandes. ¿Cómo suponen que se estudia hoy el Universo?

### Situación D: constitución de la materia

- f) En las secuencias 5 y 8 estudiaron algunas explicaciones de cómo está constituida la materia. ¿Cómo se llama actualmente la partícula más pequeña en que un elemento puede ser dividido sin perder sus propiedades?

#### #TIC TAC



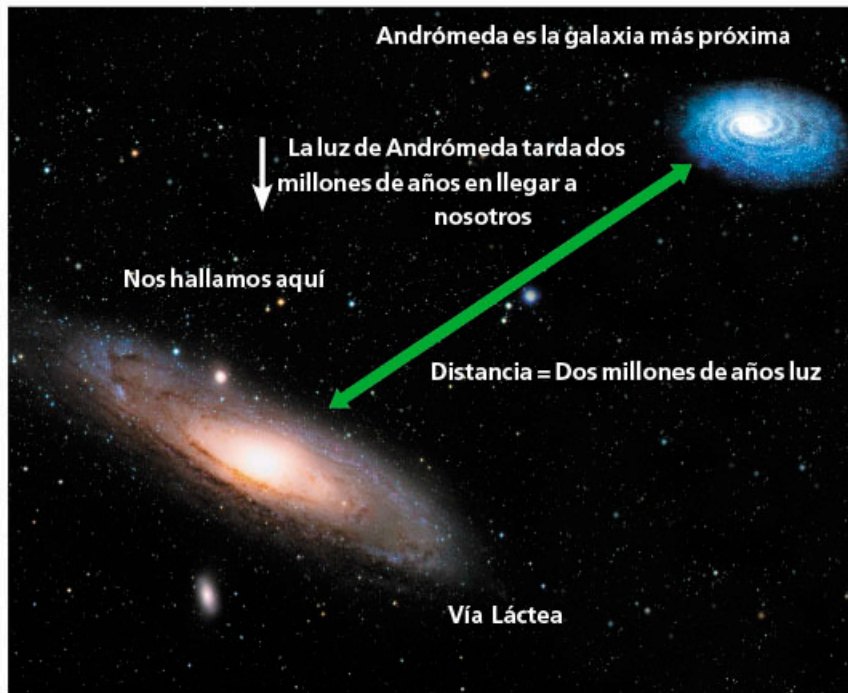
En esta página [redir.mx/SSPCF2-176a](http://redir.mx/SSPCF2-176a) se encuentran secciones dedicadas al Universo, el Sistema Solar, etc. Puede ser de gran utilidad para resolver tus dudas sobre estos temas.

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### ¿De qué tamaño es el Universo?

En la Antigüedad se pensaba que la Tierra era el centro del Universo (modelo geocéntrico), posteriormente se pensó que el centro era el Sol (modelo heliocéntrico). Hoy sabemos que la Tierra forma parte del Sistema Solar y que este forma parte de una **galaxia** con forma de espiral llamada *Vía Láctea*. Lo que observamos desde la Tierra en una noche despejada es solo el brazo de esta galaxia donde se encuentra el Sistema Solar. Así, la Tierra no está en el centro del Universo y ni siquiera en el centro de una galaxia.

Desde la Tierra, la *Vía Láctea* se ve como una franja blanca que cruza todo el cielo. Demócrito sugirió que esta era un conglomerado de estrellas. Galileo lo constató al observarla con su telescopio. En 1761, Johann Lambert propuso que la *Vía Láctea* era uno de muchos sistemas de estrellas, anticipando en más de un siglo el descubrimiento de que las nebulosas espirales, conocidas hasta entonces, son galaxias separadas de la nuestra.



2. Observa la figura 13.3. Imagina que todo nuestro Sistema Solar se parece a un puntito que se observa en la *Vía Láctea*.

a) ¿De qué tamaño piensas que es una galaxia?, ¿cuántas veces más grande es la *Vía Láctea* que el Sistema Solar?

Aunque en el siglo xx se empezó a contar con telescopios suficientemente potentes para observar la forma de las galaxias, elípticas o espirales, además de algunas estrellas brillantes, la mayor parte de los astrónomos pensaba que nuestra galaxia era la única en el Universo. Debido a que las imágenes de los telescopios eran borrosas, las galaxias fueron clasificadas como nebulosas, es decir nubes de polvo y gas; se pensaba que formaban parte de nuestra galaxia.

En la década de 1820, Edwin Hubble (1889-1953), con un telescopio de dos metros y medio pudo observar estrellas individuales en Andrómeda. Posteriormente, es-



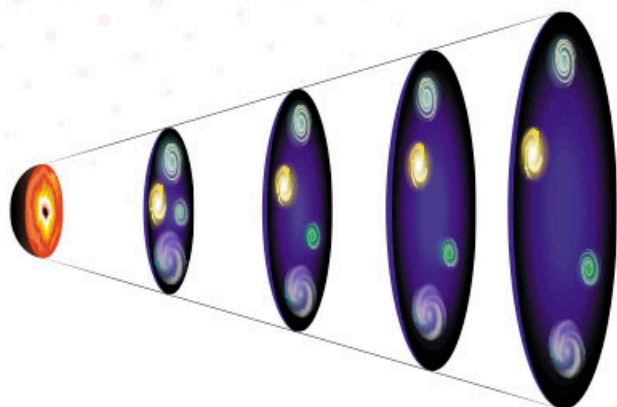
## GLOSARIO

**galaxia:** agrupación de estrellas, cuerpos celestes y materia cósmica que está concentrada en una determinada región del espacio por efecto de la atracción gravitatoria y constituye una unidad en el Universo.

Figura 13.3 Posición del Sistema Solar dentro de la *Vía Láctea*

## #TIC TAC

En esta página podrás ver los tamaños de escala del Universo (animación en flash): [redir.mx/SSPCF2-177a](http://redir.mx/SSPCF2-177a). Para conocer más sobre las potencias de 10, revisa [redir.mx/SSPCF2-177b](http://redir.mx/SSPCF2-177b).



**Figura 13.4** Representación de la expansión del Universo

timó la distancia de la Tierra a Andrómeda en más de medio millón de años luz (ahora se sabe que está a dos millones doscientos mil años luz).

Esto sirvió para que a continuación se aceptara que Andrómeda no formaba parte de la Vía Láctea, ya que la distancia calculada era diez veces mayor de lo que se suponía era el diámetro de la Vía Láctea. Hubble pudo observar otras galaxias, lo que demostraba que la Vía Láctea es solo una galaxia entre muchas otras. En 1929 se dio cuenta de que casi todas las galaxias observadas parecían alejarse de la Tierra y que cuanto más lejos estaban, más rápido se alejaban. La interpretación dada a esta observación es que el Universo se está expandiendo.

Esta misma interpretación la había dado el sacerdote y científico belga, Georges Lemaître (1894-1966) dos años antes, pero sus trabajos no fueron reconocidos en ese momento. Lemaître pensaba que, si el Universo se está expandiendo, en el pasado debería haber ocupado un espacio muy pequeño, lo que él llamó la *hipótesis del átomo primitivo*. A Albert Einstein (1879-1955) le costaba aceptar esta hipótesis del átomo primitivo, que en cambio fue apoyada y desarrollada por George Gamow (1904-1968), quien en 1948 planteó que el Universo surgió a partir de una gran explosión (*Big Bang*) y que los diversos elementos que hoy se observan se produjeron durante los primeros minutos de la explosión (figura 13.4).

La teoría cosmológica del Big Bang parte de la hipótesis de que toda la materia del Universo estaba concentrada en una esfera indefinida que explotó y comenzó a expandirse, con lo que se creó el binomio espacio-tiempo.

### 3. Explica la idea de la expansión del Universo mediante un modelo análogo.

Una analogía que te puede ayudar a entender la expansión del Universo es dibujar unos puntos con plumón en un globo desinflado y después inflar el globo.

a) ¿Qué sucede con la distancia entre los puntos y el tamaño de estos?

Los físicos teóricos han logrado reconstruir la cronología de los hechos a partir de un centésimo de segundo después del Big Bang. La materia lanzada en todas las direcciones por la explosión primordial estaba constituida exclusivamente por partículas elementales, como los electrones. Cálculos recientes indican que el hidrógeno y el helio habrían sido los productos primarios del Big Bang, y los elementos más pesados se produjeron más tarde, dentro de las estrellas.

La teoría de Gamow proporciona una base para la comprensión de los primeros estadios del Universo y su posterior evolución. A causa de su elevadísima concentración, la materia existente en los primeros momentos del Universo se expandió con rapidez. Al distanciarse, el helio y el hidrógeno se enfriaron y se condensaron en estrellas y en galaxias. Esta teoría sobre la expansión del Universo es la generalmente aceptada por la comunidad científica actual. El conocimiento sobre el origen del Universo no está acabado, sino en construcción, continúa debido a los avances científicos y tecnológicos. Algunas teorías han conducido a especulaciones tan atrevidas como la posibilidad de una infinidad de universos.

El Universo contiene galaxias, cúmulos de galaxias, materia intergaláctica, materia oscura y estructuras de mayor tamaño llamadas *supercúmulos*. Todavía no sabemos

**Tabla 13.1**  
Dimensiones en el Universo

Objeto	Diámetro
Tierra	12 760 km = 0.04 segundos luz
Sol	1 400 000 km = 4.67 segundos luz
Sistema Solar	1 mes luz
Vía Láctea	100 000 años luz
Grupo local de galaxias	10 millones de años luz
Supercúmulo de Virgo	100 millones de años luz
Universo visible	93 000 millones de años luz

con exactitud el tamaño del Universo; algunos piensan que puede ser infinito. Tampoco sabemos la forma que tiene; solo se conoce el tamaño del Universo visible desde la Tierra que es de 46 500 millones de años luz en todas direcciones; es decir, una esfera con ese tamaño de radio. Esa es una magnitud imposible de imaginar. En la **tabla 13.1**, en la página previa, se comparan los diámetros de distintos objetos. El Universo observado tiene a la Tierra como centro, pero ya sabemos que no somos el centro del Universo, simplemente es el punto desde donde podemos observar.

## Galaxias

### 4. Investiga sobre las galaxias en la biblioteca de la escuela o en internet.

Algunos de los puntos que te pueden interesar son cómo se clasifican, cuál es la forma más frecuente, de qué están hechas, si tienen movimiento de rotación y traslación.

- Reúnete con varios compañeros, comparen la información y elaboren un cartel, con fotografías y texto, para presentar al resto del grupo.
- Incluyan lo que es un agujero negro y materia oscura.

Las galaxias son objetos astronómicos formados por un conjunto masivo de estrellas, planetas, nubes de gas, polvo cósmico, materia oscura unidos entre sí por fuerzas gravitacionales. Solo en el Universo visible hay más de 100 000 millones de galaxias que pueden agrupar billones de estrellas. Muchas tienen un **agujero negro** en su centro. Y la Tierra, donde vivimos, se ubica en la galaxia llamada *Vía Láctea*.

Pero, ¿cómo sabemos la posición del Sistema Solar dentro de la *Vía Láctea*? En 1773, Herschel, contando las estrellas que observaba en el firmamento, construyó una imagen de la *Vía Láctea* como un disco estelar dentro del cual la Tierra se encuentra inmersa, pero no pudo calcular su tamaño. Cuando miramos al cielo, en una noche despejada, vemos una banda que se extiende sobre él. En ella se ubica gran cantidad de estrellas que se concentran de manera bastante uniforme y en las que se aprecia una región en el centro donde se aglutinan aún más. Las fotos de los telescopios tomadas tanto en la Tierra como en el espacio muestran esta concentración de estrellas en forma de una banda.

Esta observación es una evidencia de que nuestra *Vía Láctea* es un disco plano de estrellas, con nosotros ubicados en algún lugar cerca del plano del disco. Si no fuera un disco aplanado, la agrupación de estrellas se vería diferente.

Por ejemplo, si se tratara de una esfera de estrellas, veríamos su brillo por todo el cielo, no solo en una banda estrecha.

Las galaxias tienen diferentes formas. A partir de las galaxias observadas se ha establecido una tipología: elípticas, espirales, espirales barradas (**figura 13.5**) e irregulares. Con diversas fotografías tomadas con ayuda de telescopios se encontró que las galaxias espirales son las más abundantes, seguidas por las elípticas y finalmente las irregulares. Las galaxias espirales tienen un núcleo brillante con dos brazos a su alrededor; en algunas los brazos están muy abiertos y extendidos, en otras parecen dar varias vueltas alrededor del núcleo. Los brazos nacen del núcleo central y en la medida en que se alejan se van curvando.

Además del núcleo, las galaxias espirales tienen cúmulos estelares, estrellas brillantes, nebulosas y materia oscura. Un ejemplo es Andrómeda (**figura 13.6**). Las galaxias elípticas son más homogéneas y no presentan núcleo (**figura 13.7**, página siguiente) y parecen estar compuestas solo por estrellas (las galaxias satélites de Andrómeda, por ejemplo). Las galaxias irregulares no tienen forma definida y en ellas se detecta la pre-

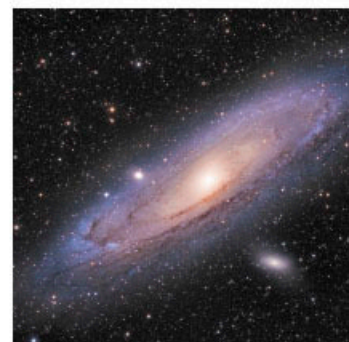
## GLOSARIO



**agujero negro:** zona del espacio donde existe tanta gravedad y masa concentrada que impide que la luz pueda salir de él.



**Figura 13.5** Galaxia NGC 1300 fotografiada por el telescopio Hubble. Es un ejemplo de espiral barrada.



**Figura 13.6** Andrómeda (M31) es una galaxia elíptica que a simple vista parece una mancha luminosa difusa.



Figura 13.7 Galaxia elíptica, M87



Figura 13.8 La Nube de Magallanes es una galaxia irregular.

sencia de nebulosas gaseosas y nubes oscuras de polvo, un ejemplo son las Nubes de Magallanes (figura 13.8). Además de la forma, otros parámetros que sirven para describir las galaxias son su luminosidad, tamaño y número de estrellas.

Como todo el Universo observable, las galaxias se encuentran en movimiento y hay ocasiones en que colisionan. Con los avances tecnológicos se ha podido observar el choque entre dos galaxias; sin embargo, nuestro tiempo de vida es muy breve para poder apreciar todo este proceso. El impacto directo entre cuerpos cósmicos es muy raro. Las colisiones entre nubes de gas provoca la formación de nuevas estrellas.

### ¿La materia que compone las galaxias es la misma que la que compone todo lo que existe en la Tierra?

De acuerdo con la teoría del Big Bang la materia lanzada en todas las direcciones estaba constituida exclusivamente por partículas elementales. Pero, ¿a qué partículas elementales se refiere esta teoría?

En la actualidad el llamado *modelo estándar* explica los componentes fundamentales de la materia conocida. Por el momento no existe ningún experimento que la contradiga respecto a cuáles son los constituyentes elementales y cómo interactúan entre ellos. La teoría ha predicho la existencia de algunos componentes que aún no se han encontrado, por lo que la investigación acerca de cuáles son las partículas "elementales", es una investigación actual.

A lo largo de la historia han existido diferentes modelos para tratar de explicar cómo está constituida la materia. Estos modelos surgieron por la especulación, o como explicación a datos experimentales. En la secuencia 5 se estudió uno de esos modelos, el cinético molecular que nos permite explicar tres de los cuatro estados de agregación de la materia y sus cambios de fase. El hecho de que no podamos explicar los estados conocidos de la materia es una indicación de las limitaciones del modelo.

La principal dificultad para encontrar un modelo que explique la constitución de la materia es que sus componentes son tan pequeños que todas las medidas son indirectas.



## EXPERIMENTA

### Caja negra

El propósito es construir un modelo a partir de observaciones indirectas.

#### Predicción

¿Se puede conocer el contenido de la caja sin ver?, ¿cómo?

#### Materiales

- Caja
- Diversos objetos pequeños

#### Desarrollo

1. Cada equipo pondrá en una caja algunos objetos y se la dará a otro para que deduzca qué hay dentro. Los objetos deben moverse dentro de la caja.
2. Al recibir la caja podrán manipularla sin abrirla.

#### Resultados

Escriban las propuestas de lo que suponen que tiene la caja, con base en lo que pudieron observar.

- a) Supongan que abren la caja y que nada de lo que está dentro coincide con sus propuestas, ¿qué harían?
- b) Supongan que abren la caja y hallan lo que pensaban, pero también algo que no consideraron, ¿qué harían?

#### Análisis de resultados

1. Analicen en grupo, la pertinencia de hacer medidas indirectas en la investigación científica, como lo hicieron con la caja "misteriosa".

En ciencia se procede muchas veces como en la actividad anterior, ya que las evidencias no refieren directamente la estructura de la materia. Por esa razón se tardó mucho tiempo en llegar a lo que sabemos actualmente: toda la materia está constituida por átomos y estos a su vez tienen un núcleo y electrones que orbitan alrededor. En el núcleo hay protones y neutrones. El número de estos componentes determina los diferentes elementos. Esto lo estudiarás a profundidad el próximo año en Química.

Como a inicios del siglo xx se vio que era posible dividir el átomo, se pensó "¿y las que llamamos *partículas elementales* se pueden dividir?". Como normalmente dividimos la materia con un cuchillo o a golpes, se ideó algo similar: se crearon grandes aceleradores que hacen chocar de frente núcleos de átomos pequeños y resultó que los electrones no podían dividirse, pero los protones y los neutrones sí. Lo que se observa del choque son los trazos de las trayectorias de las partículas resultantes de este choque. Con este tipo de observaciones se fue modificando durante todo el siglo xx nuestra idea sobre la composición de la materia. La observación continúa, pero hoy se sabe que al dividir un protón o un neutrón se obtienen partículas más pequeñas que se denominan *quarks*. En este momento se considera, en el llamado *modelo estándar*, que los ladrillos fundamentales de la materia son los quarks y los leptones, a cuya familia pertenecen los electrones.

#### 5. En equipo hagan una línea del tiempo sobre los modelos explicativos de la estructura de la materia.

- Investiguen en distintas fuentes las explicaciones de la Antigüedad griega, el modelo cinético de partículas, el modelo atómico y los modelos formulados a inicios del siglo xx. Consideren también el descubrimiento de nuevas partículas hasta llegar al modelo estándar.
- Revisen la respuesta que dieron a la situación D, de "Mis primeras ideas" y complétenla con la información que ahora poseen.

#### ¿De qué están hechas las estrellas, por qué brillan?

Recuerda que debido a su masa todos los cuerpos se atraen entre sí. Las estrellas se forman por la atracción gravitacional, capaz de condensar nubes de moléculas (agrupación de átomos del mismo elemento o de distintos elementos). De una misma nube se pueden formar varias estrellas o estrellas con planetas en su entorno. Conforme las moléculas de gas se van condensando, se agrupan para formar el núcleo de la estrella. En este sitio se generan **reacciones nucleares** por un efecto de elevación de temperatura. La fuerza de gravedad que tiende a contraer más a la estrella joven es contraria a la presión producida por el calor de las reacciones nucleares. La lucha entre estos dos factores determina la evolución de la estrella.

Las estrellas brillan con luz propia y están conformadas principalmente por hidrógeno y helio en estado de plasma. Cuando la estrella quema hidrógeno en su núcleo mediante fusión nuclear, se dice que se encuentra en secuencia principal. Esta fase se prolonga durante 90% de la vida de la estrella. Conforme disminuye la cantidad de hidrógeno en el núcleo, la estrella reduce su tamaño y aumenta su temperatura por lo que aumenta su luminosidad. Cuando la temperatura en el centro de una estrella llega a varios millones de grados, ocurre la fusión de helio a carbono, lo que da lugar al oxígeno. Si la temperatura es aún mayor pueden formarse otros elementos pesados como magnesio, azufre, silicio, níquel, cobalto o hierro. Esto significa que en el interior de la estrella se producen elementos más pesados cada vez. Cuando ha fusionado

#DATO

La Vía Láctea se puede observar a simple vista. Se requiere de una noche despejada y hacer la observación en un lugar donde no haya luces cercanas (como la iluminación de las ciudades).

#TIC TAC

Puedes iniciar tu investigación sobre galaxias en la página de la NASA en [redir.mx/SSPCF2-181a](https://redir.mx/SSPCF2-181a).

GLOSARIO

**reacciones nucleares:** por analogía con las reacciones químicas, se llaman reacciones nucleares a las interacciones entre núcleos atómicos.

#DATO

La estrella más cercana a la Tierra es el Sol y la más cercana al Sistema Solar es Alfa Centauro.

todo su combustible, la estrella colapsa y estalla en lo que se conoce como *supernova*, lanzando al espacio los elementos pesados formados en su interior.

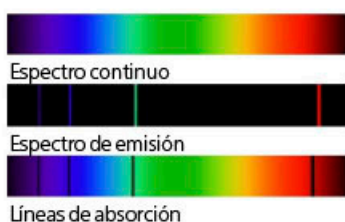
Para el siglo XIX los astrónomos, además de observar la luz visible de las estrellas y su color aparente (tabla 13.2), habían registrado el espectro electromagnético de muchas de ellas; a partir de este determinaron su composición química y su temperatura. En 1890, Edward Charles Pickering (1846-1919) empezó una clasificación de estrellas que fue concluida en 1901 por Annie Jump Cannon (1863-1941). Las diferentes clases de estrellas se enumeran en la tabla 13.2 y van de las más cálidas a las más frías.

**Tabla 13.2** Clasificación de estrellas (tipos espectrales de estrellas)

Clase	Temperatura (K)	Color convencional	Masa (respecto a la del Sol)	Radio (respecto al del Sol)	Luminosidad (respecto a la del Sol)
O	28 000-50 000	Azul	60	15	1 400 000
B	9 600-28 000	Blanco azulado	18	7	20 000
A	7 100-9 600	Blanco	3.1	2.1	80
F	5 700-7 100	Blanco amarillento	1.7	1.3	6
G	4 600-5 700	Amarillo	1.1	1.1	1.2
K	3 200-4 600	Amarillo anaranjado	0.8	0.9	0.4
M	1 700-3 200	Rojo	0.3	0.4	0.04

#### #DATO

Las estrellas tienen su propio ciclo de vida: nacen, evolucionan y mueren. Desde su origen el destino final de cada una está marcado por su masa.



**Figura 13.9** El espectro de una sustancia es como su huella dactilar, permite su identificación.

#### GLOSARIO

**aberración cromática:** distorsión en una lente debida a que no enfoca todos los colores en el mismo punto.

6. Investiga cómo es la evolución de las estrellas, si el color está relacionado con la edad de esta; cómo son los restos de estrellas que explotaron y si actualmente hay estrellas jóvenes que se formaron muchos millones de años después del Big Bang.

7. Reúnete con tres compañeros para revisar y corregir las respuestas que originalmente propusieron para las Situaciones A y B de la sección de inicio.

- Investiguen quién fue Carl Sagan y elaboren un texto breve sobre sus aportaciones en los campos de la astrofísica y la divulgación de la ciencia.
- Compartan sus textos con el grupo.

### Telescopios y otros instrumentos

La información que recibimos del Universo son ondas electromagnéticas. Su análisis aporta información sobre los objetos astronómicos: composición química, temperatura, distancia a la que se encuentran, edad, etc. (figura 13.9). El conocimiento del Universo avanza con la forma de verlo. La atmósfera nos permite observarlo mediante la luz visible con un poco de infrarrojo y ultravioleta, y una pequeña zona de las ondas de radio. El resto de frecuencias del espectro se captan con globos o telescopios espaciales.

La invención del telescopio fue muy importante para el desarrollo de la astronomía y las ciencias en general. Galileo utilizó un telescopio refractor (con lentes), y Newton ideó uno con espejos para evitar el halo de color rojo que se formaba en las imágenes del telescopio refractor debido a la **aberración cromática**. Además del espectro visible, los telescopios en tierra funcionan en la zona de ondas de radio. Para captar la radiación que atraviesa la atmósfera, hoy se construyen telescopios reflectores con forma de antena. Los espejos principales están hechos de segmentos hexagonales que se ajustan individualmente y que funcionan en conjunto como un solo espejo.

Algunos de los telescopios más grandes son los siguientes.

- Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (figura 13.10). Tiene 50 m de diámetro, situado a una altitud de 4 600 m, en el Volcán Sierra Negra, Puebla, para observar longitudes de onda de 0.85 mm a 4 mm (microondas).
- Gran Telescopio Canarias. Tiene 10.4 m de diámetro, situado a 2 300 m de altura, en las islas Canarias, diseñado para observar la luz visible e infrarroja.
- VLT, ubicado en el cerro Paranal, Chile. Consta de cuatro telescopios con espejo primario con un diámetro de 8.2 m y cuatro telescopios móviles de 1.8 m de diámetro. Con estos telescopios se proporciona más precisión.
- Observatorio de Mauna Kea, Hawái. Tiene trece telescopios: nueve para visible e infrarrojo, tres en la zona de microondas y uno para ondas de radio.

En la actualidad, los astrónomos cuentan con otros instrumentos para analizar la luz.

- Fotometría: cuantifica el brillo de los astros en magnitudes.
- Interferometría: permite combinar señales de dos o más telescopios.
- Espectroscopía: analiza la luz que emite una fuente y separa sus componentes.

### 8. Reúnete con un compañero para indagar acerca de los espectros luminosos de las estrellas. Al final, compartan sus resultados con el grupo.

- Investiguen qué es un espectro y cuál es la importancia de conocer las líneas espectrales de las distintas sustancias (figura 13.9, en la página anterior).
- Averigüen qué información puede obtenerse de los espectros de las estrellas.
- Busquen información de cómo se construye un espectroscopio casero.
- Observen varias fuentes de luz y tómenles fotos. Comenten cuál es la diferencia entre los espectros de las fuentes luminosas utilizadas.

## Otros cuerpos celestes

Los astrónomos han encontrado, además de galaxias y estrellas, otros cuerpos celestes que existen no solo en nuestro Sistema Solar, sino en el resto del Universo. Esto significa que muchas estrellas tienen planetas orbitando en torno a ellas y estos tienen satélites. En la actualidad parte de la investigación llevada a cabo con los telescopios en órbita y sondas espaciales es la búsqueda de planetas que puedan estar habitados.

### 9. Reúnete con tres compañeros para revisar y corregir las respuestas que originalmente propusieron para las Situación C de la sección de inicio.

- Utilicen todos sus conocimientos actuales y retomen la investigación que hicieron en el punto 3 acerca de las galaxias.

## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

### 10. Forma equipo con tres compañeros, revisen las siguientes cuestiones y respondan lo que se pide en cada una.

- Al final, compartan sus resultados con el grupo.
- Para distinguir mejor las estrellas, los astrónomos de la Antigüedad las agruparon como si fueran los puntos de una figura imaginaria (figura 13.11). ¿Cómo llamaron a estos grupos de estrellas?, ¿cuáles conocen ustedes?
- Las distancias astronómicas son enormes, por lo que se han establecido unidades especiales. ¿Cuáles son estas unidades? Den la distancia a Andrómeda utilizando alguna de estas unidades, y también en kilómetros.



Figura 13.10 Gran telescopio milimétrico, Sierra Negra (Puebla)



El análisis espectroscópico permite conocer la composición química de la fuente como si fuera una huella digital. Se puede deducir la temperatura de la fuente y saber si esta se acerca o se aleja. Este fue el principio que utilizó Hubble para deducir la expansión del Universo, ya que todas las galaxias observadas se desplazan hacia el rojo, es decir, se alejan de la Tierra en todas direcciones.



Figura 13.11 Figura formada por estrellas.



**Eje:** materia, energía e interacciones  
**Tema:** energía  
**Aprendizaje esperado:** analiza las formas de producción de energía eléctrica, conoce su eficiencia, y los efectos que causan al planeta.

## MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia explorarás diversas maneras de producir energía eléctrica para los más variados usos, y compararás la eficiencia, las ventajas y las desventajas de cada una. Analizarás el impacto de la producción y empleo de energía eléctrica en el planeta.

1. **Forma equipo con dos o tres compañeros. Elaboren la respuesta para las siguientes situaciones mediante el intercambio de ideas.**
  - Discutan sus respuestas en el grupo.

### Situación A: producción de energía eléctrica

- a) ¿De dónde piensas que proviene la energía eléctrica que se emplea en los aparatos de su casa? Procuren explicar su origen (figura 14.1).



Figura 14.1 Aparatos que se emplean en casa

- b) Seguramente has visto aerogeneradores. ¿Para qué se emplean?, ¿cómo piensas que funcionan? (Figura 14.2).



Figura 14.2 Aerogeneradores

### Situación B: impacto ambiental del uso de energía eléctrica

- c) Cuando se agotan las pilas de tus aparatos, ¿qué haces con ellas? (figura 14.3).
- d) ¿Cuál es el propósito del horario de verano? Explica (figura 14.4).



Figura 14.3 ¿Qué haces con las pilas cuando se agotan?



Figura 14.4 Modificación en las manecillas del reloj

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### ¿Y si se va la luz?

¿Qué sucede cuando se va la luz?, ¿hay cambios en tu casa, en la escuela, en los bancos, en la calle, en los hospitales, etc.?, ¿es posible que las actividades continúen normalmente?

En la vida diaria es frecuente emplear la frase “se va la luz” para referirnos a la interrupción del suministro de energía eléctrica. Es tal la cantidad de usos que damos a este tipo de energía que su producción y suministro constante es crucial para el funcionamiento de nuestra sociedad. Su importancia se refleja también en muchas películas y programas de televisión: cuando “los malos” intentan sabotear la producción de energía eléctrica para causar caos en las ciudades. Y es que el suministro de energía eléctrica nos permite poner en funcionamiento los aparatos electrodomésticos que hay en nuestras casas, pero también permite que funcionen las industrias que los producen, los talleres y transportes como los trolebuses, los tranvías o los trenes subterráneos, como el metro.

La generación de electricidad consiste en la transformación de energía química, cinética, térmica, lumínica, nuclear y solar, entre otras, a energía eléctrica. Aunque en general se habla de “producir” o “generar” electricidad, en realidad lo que se hace es partir de algún tipo de energía y transformarla en eléctrica.

Recuerda que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.

La energía eléctrica puede obtenerse a gran escala a través de centrales eléctricas, nombre genérico de instalaciones de gran tamaño que la entregan a los sistemas de suministro, encargados de llevarla a la población.

También puede obtenerse en escalas pequeñas como sucede con las baterías de autos y pilas en general.

Cuando se trata de gran escala se produce corriente alterna, mientras que a pequeña escala en general se trata de corriente directa. Cabe hacer mención que para esta última escala existen generadores eléctricos que proveen corriente alterna y que se emplean para instalaciones pequeñas o casos de emergencia. Estos normalmente funcionan con gasolina o diésel.

### 2. Haz una lista de los aparatos que tienes en casa y que funcionan con energía eléctrica. Incluye los que conectas a la toma de corriente y los que emplean pilas.

- De acuerdo con la dinámica que indique tu profesor, intercambia ideas con tus compañeros y reflexiona acerca de lo importante que es la energía eléctrica en nuestra sociedad.

### Corriente alterna y directa

Es posible que hayas escuchado que existen dos tipos de corriente, alterna y directa, pero, ¿a qué se refiere esto? Antes que nada, exploremos algunas ideas.

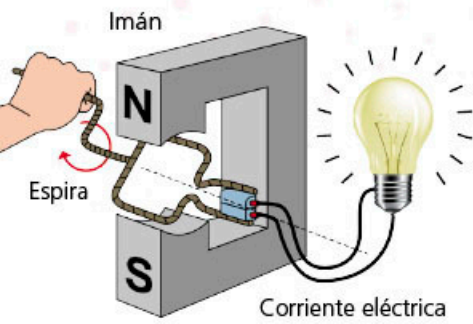
### 3. Analiza lo siguiente y responde.

- En los últimos años se han construido grandes árboles de Navidad en plazas públicas de nuestro país que encienden sus focos cuando las personas pedalean en bicicletas.
  - ¿Cómo obtienen energía eléctrica los focos para iluminar?
  - ¿qué transformaciones energéticas suceden?

#### #DATO

La energía eléctrica consumida en los hogares se mide en una unidad llamada kilowatt-hora (kWh),  $1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J}$ . En México, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es la empresa encargada de brindar el servicio eléctrico a todo el país. La CFE establece tarifas para el cobro de la energía eléctrica; por ejemplo, la tarifa para hogares de consumo básico (Tarifa 1) en 2018 es la siguiente.

- Consumo básico: \$0.793 por cada uno de los primeros 75 kWh.
- Consumo intermedio: \$0.956 por cada uno de los siguientes 65 kWh.
- Consumo excedente: \$2.802 por cada kWh adicional a los anteriores.



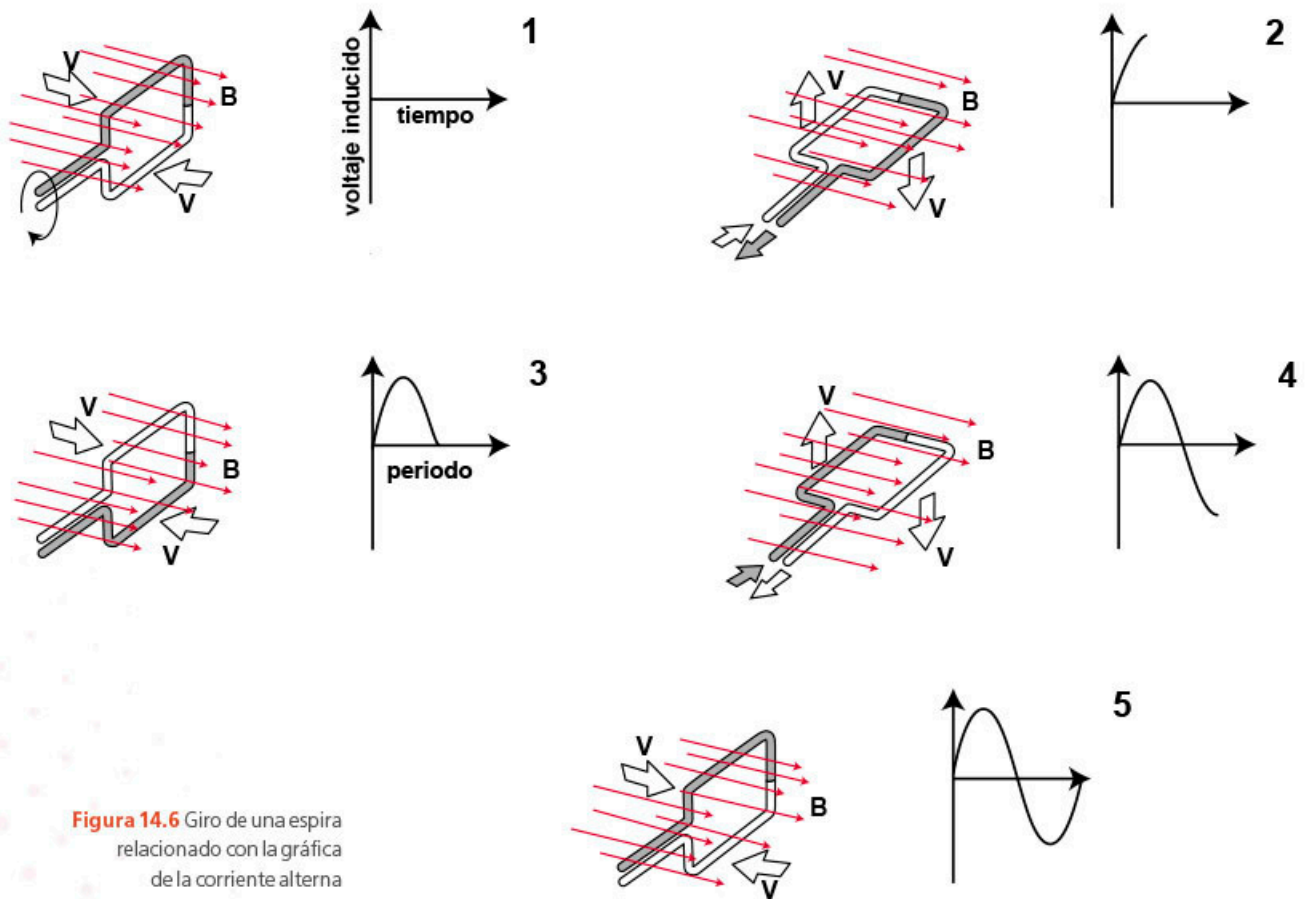
**Figura 14.5** Funcionamiento de un generador sencillo

Cuando se genera electricidad, lo que sucede a nivel microscópico es que se ponen en movimiento los electrones libres que se encuentran en un conductor. En la corriente directa los electrones fluyen del ánodo (terminal positiva) al cátodo (terminal negativa) de manera continua, mientras que en la corriente alterna los electrones se mueven en una especie de vaivén.

Para la obtención de corriente alterna se parte de la ley de Faraday. Esta señala que, para inducir una corriente eléctrica en un conductor, es necesario que este se mueva dentro de un campo magnético. Este movimiento es relativo, es decir, no importa si lo que se mueve es el conductor o el imán que causa el campo magnético. En la práctica se ha identificado que es mejor mover el conductor (generalmente en forma de espira o bobina) en lugar del imán. Por esto, la mayoría de los generadores se construyen con bobinas rotatorias y campos magnéticos estacionarios.

En la **figura 14.5** se presenta el funcionamiento de un generador sencillo. Para hacerlo funcionar es necesario hacer girar a la espira (o bobina en su caso), y con su movimiento dentro del campo magnético del imán se induce una corriente eléctrica que se hace evidente porque el foco se enciende. Nota que el tipo de movimiento de la espira (o bobina) hace que la corriente cambie su intensidad y su dirección. Esta manera de operar es básicamente la misma para todos los generadores.

En la **figura 14.6** se detalla cómo, con el movimiento de la espira, se modifica la intensidad y la dirección de la corriente inducida. En la primera columna se representa a la bobina en cuatro posiciones cuando gira dentro de un campo magnético en el sentido de las manecillas del reloj. En la segunda columna se presenta la gráfica de la corriente inducida.



**Figura 14.6** Giro de una espira relacionado con la gráfica de la corriente alterna

En la posición 1, cuando la dirección del campo magnético es perpendicular a la espira, no se induce corriente eléctrica, así la gráfica correspondiente no muestra valor alguno. Al girar a la posición 2 se induce corriente hasta un valor máximo que se representa en la gráfica. Al continuar su giro, la corriente va disminuyendo hasta llegar a cero en la posición 3, ya que la espira nuevamente se encuentra perpendicular al campo magnético. En la posición 4 hay otro máximo de corriente, pero su sentido es opuesto. A partir de ahí, la corriente inducida vuelve a disminuir y llega a cero en la posición 5, donde la espira reinicia su giro.

La corriente que se obtiene con este tipo de generadores recibe el nombre de **corriente alterna** (CA) porque su sentido cambia constantemente. En México, la corriente eléctrica que llega a nuestros hogares es alterna. Cambia sesenta veces por segundo, por lo que se dice que su frecuencia es de 60 Hz.

Para la obtención de **corriente directa**, también llamada *corriente continua* (CC), se requiere de una reacción química en la que uno de sus componentes pierde electrones (se oxida) y otro los gana (se reduce). Durante esta pérdida y ganancia, los electrones se trasladan de un componente a otro, lo que origina una corriente eléctrica. Como siempre es el mismo componente el que pierde electrones y otro el que los gana, la corriente eléctrica o el flujo de electrones se establece solo en un sentido. En la **figura 14.7** se presenta la forma de la gráfica de la corriente directa o continua. El dispositivo en que se lleva a cabo esta reacción química se ha denominado *pila* o *batería*. Las baterías pueden ser de dos tipos.



**Figura 14.7** Gráfica de la corriente directa o continua

- Primaria que tiene una reacción química irreversible, una vez que se ha descargado no es posible una recarga; por ejemplo, las pilas AA y AAA desechables que empleamos para diversos aparatos en casa.
- Secundaria cuya reacción electroquímica es reversible y se puede recargar; por ejemplo, la batería de los automóviles.

Por experiencia sabemos que la corriente proporcionada por las baterías es relativamente baja y de corta duración comparada con la que llega a nuestros hogares producto de centrales eléctricas; sin embargo, la portabilidad de energía eléctrica se ha vuelto básica ya que con ella podemos hacer funcionar teléfonos, linternas, cámaras, relojes y computadoras portátiles, entre otros.

Debido a sus características, cada tipo de corriente presenta ventajas y desventajas. Algunas de ellas son las siguientes.

- El costo de llevar corriente hasta nuestros hogares es mucho menor para la corriente alterna que para la continua.
- La corriente alterna se puede convertir a continua de manera relativamente sencilla con el uso de transformadores.
- Las pérdidas de voltaje en líneas de suministro de gran longitud son menores en la corriente alterna.
- La corriente continua es portátil, en pilas y baterías.

4. Forma equipo con dos o tres compañeros. Intercambien ideas para explicar cómo funciona una dinamo.

- Analicen la figura 14.8. Expliquen cómo funciona la dinamo. De qué tipo de energía parte y en qué se transforma.
- Comparen sus respuestas con la explicación que construyeron anteriormente acerca del encendido de la bici-árbol navideño, ¿con qué tipo de corriente funciona: alterna o directa?, ¿por qué?

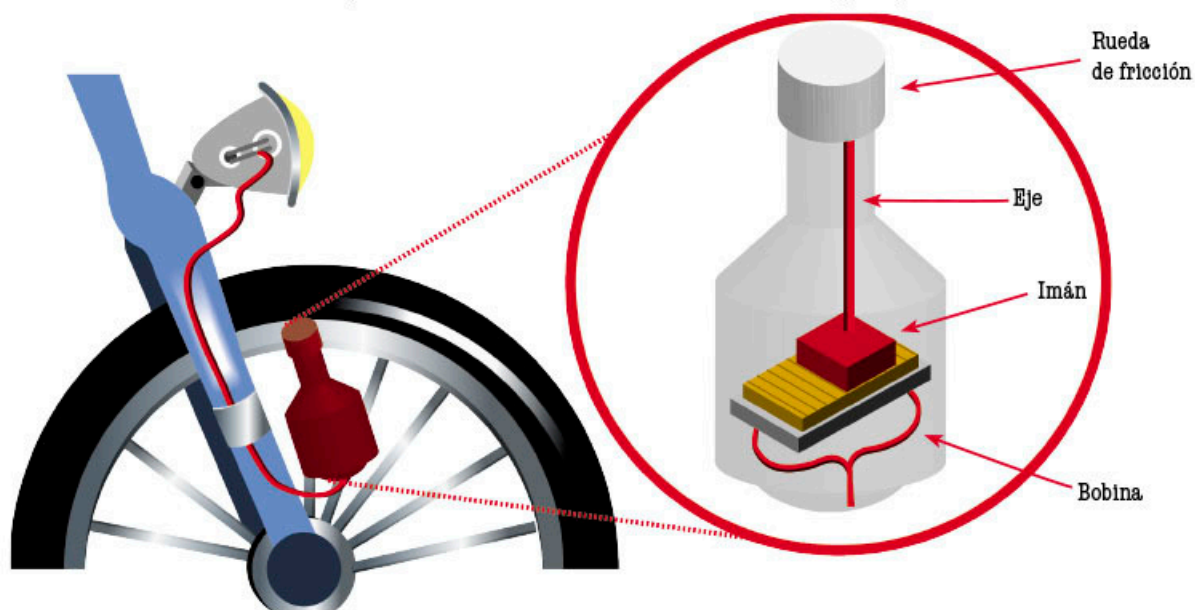


Figura 14.8 Esquema de una dinamo

#DATO

Nikola Tesla (1856-1943), inventor, ingeniero y físico de origen serbio, hizo muchos inventos de electromagnetismo. La unidad de medida del campo magnético tiene su nombre para honrar sus aportaciones.

Thomas Alva Edison (1847-1931), inventor y empresario estadounidense, inventó el fonógrafo, la cámara de cine y la bombilla incandescente (foco); fue uno de los primeros en aplicar los principios de producción en cadena.

### Guerra de las corrientes

A finales del siglo XIX, la generación de corriente eléctrica en sus formas alterna y directa había sido estudiada detalladamente por los científicos, y se consideraba que era momento de que esta forma de energía saliera de los laboratorios y pudiera ser utilizada por la población en general. En la década de 1880, los inversionistas estadounidenses vieron una gran oportunidad de negocio en la generación y distribución de energía eléctrica, pero ¿qué modalidad era conveniente: corriente alterna o directa?

La elección de modalidad originó una fuerte competencia económica y tecnológica. Por un lado, Thomas Edison y J. P. Morgan, inclinados por la corriente directa, crearon la compañía General Electric (que actualmente es una gran empresa internacional) para la distribución de energía eléctrica. Por otro lado, Nikola Tesla y G. Westinghouse consideraban mejor el empleo de corriente alterna para su generación y distribución. A esta competencia se le ha llamado *la guerra de corrientes*.

En 1881, con la presentación que hizo Edison de su lámpara en la Exposición Mundial de París, la iluminación por medio de energía eléctrica se convirtió en el logro tecnológico más importante del mundo y tuvo otra ventaja: la energía eléctrica, además de iluminar, podía sustituir al vapor en el funcionamiento de motores. En 1882, Edison estableció en Nueva York una gran central que podía producir electricidad. Esta usaba corriente continua y podía llegar hasta un área de 330 hectáreas aproximadamente. La demanda de electricidad creció enormemente, se requería llevarla cada vez a más personas y a distancias más largas.

A esto se sumó el requerimiento de energía eléctrica para motores industriales que eventualmente necesitaron voltajes mayores a los 110 V que se usaban para la iluminación. El sistema de Edison mostraba grandes dificultades para responder a estas demandas y Tesla consideró que la corriente alterna podía atenderlas de manera satisfactoria. Ambos científicos se enfrentaron en una batalla para establecer la superioridad de un tipo de corriente sobre la otra.

Para 1893, los organizadores de la Feria Mundial de Chicago consideraron que este evento debía estar iluminado con energía eléctrica. Pidieron presupuesto a General Electric (Morgan y Edison) y a Westinghouse Electric (Westinghouse y Tesla). Sorprendentemente, el presupuesto de la segunda empresa era la mitad del presentado por la primera, lo que le valió la adjudicación del contrato a Westinghouse Electric. Esto permitió que Tesla exhibiera en esta feria sus motores y generadores de corriente alterna. Poco después, Westinghouse se encargó de producir y transmitir energía eléctrica en las Cataratas de Niágara, con lo que inició el uso generalizado de corriente alterna y el abandono de la corriente directa para generar y distribuir energía eléctrica.

## Generación y distribución de corriente alterna

5. Investiga de dónde viene la energía eléctrica que llega a tu casa. ¿Qué tipo de central abastece a tu hogar?
6. Forma equipo con dos o tres compañeros y pregunten en las oficinas de la Comisión Federal de Electricidad cercana a sus hogares, de dónde proviene el suministro que llega a sus casas.
  - Elaboren un breve informe e intercambien ideas con sus compañeros.

Las centrales eléctricas funcionan a través de generadores que son básicamente como el descrito en la figura 14.5 anterior. Para poder generar la gran cantidad de energía eléctrica que requieren las ciudades, se emplean bobinas mucho más grandes hechas con una gran cantidad de espiras enrolladas en un núcleo de hierro, conjunto que recibe el nombre de *armadura*. Esta gira dentro de campos magnéticos de gran intensidad producidos por electroimanes.

La forma en que se proporciona energía para que la armadura pueda girar define el tipo de central eléctrica; es decir, la energía de que se parte para convertirla en eléctrica da nombre a las centrales.

- **Centrales hidroeléctricas:** aprovechan la energía cinética de la caída del agua para mover la armadura. El agua se colecta en presas y cae para mover las **turbinas** cuando se abren compuertas (figura 14.9). En México hay aproximadamente sesenta de estas centrales. Dentro de las hidroeléctricas también se encuentran aquellas que generan energía eléctrica a partir de la cinética del movimiento del mar. A esta forma se llama *energía undimotriz* u *olamotriz*. Centrales de este tipo se encuentran en Estados Unidos de América, España y Reino Unido.
- **Centrales eólicas:** emplean el movimiento del aire para mover la armadura. En México hay dos parques eólicos: uno en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, y otro en Guerrero Negro, Baja California Sur.
- **Centrales geotérmicas:** emplean el vapor que proviene del interior de la corteza terrestre (como de géiseres y fuentes termales) para hacer girar las turbinas del generador. En México se tienen centrales de este tipo en Baja California, Puebla y Michoacán.



#DATO

En inglés, corriente alterna se escribe *altern current* (AC) y corriente directa, *direct current* (DC). Estas siglas se presentan generalmente en los aparatos eléctricos. Los hermanos Malcolm y Angus Young las vieron escritas en la máquina de coser de su hermana y las retomaron para poner nombre a una banda de rock que ellos mismos habían formado. Así surgió el nombre de AC/DC.

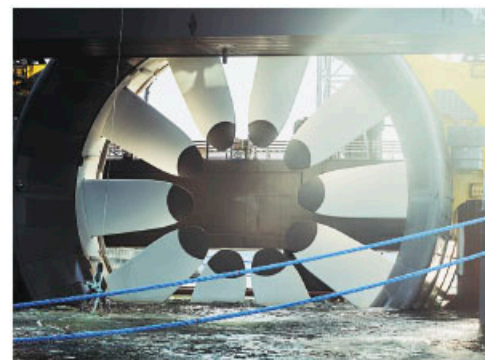


Figura 14.9 Turbina de planta hidroeléctrica



GLOSARIO

**turbina:** nombre genérico que se da a un dispositivo por el que pasa fluido de manera constante y que hace girar un sistema de paletas que frecuentemente se llaman *álabas*. En la generación de electricidad, el giro de la bobina en el interior del campo magnético es originado por una turbina.

## #FUENTE



En México, 21.9% de la electricidad se genera a través de centrales hidroeléctricas (CFE), 20.8% por termoeléctricas (CFE), 13.8% centrales de ciclo combinado (CFE) y 22.5% de ciclo combinado de productores independientes. Total de ciclo combinado: 36.3%. Entérate de más en [redir.mx/SSPCF2-190a](http://redir.mx/SSPCF2-190a).

- **Centrales termoeléctricas:** queman combustible para calentar agua y propiciar vapor para mover las turbinas del generador. En México se tienen dos centrales de este tipo en Coahuila. Actualmente se están construyendo centrales denominadas de ciclo combinado: se quema un combustible (gas, gasóleo o carbón) para alimentar una turbina que genera cierta cantidad de electricidad; luego, los gases residuales que salen de la turbina de gas a alta temperatura se emplean para producir vapor que mueve a una segunda turbina que genera una cantidad adicional de electricidad.
- **Centrales nucleares:** emplean la energía que proviene de la fisión nuclear para elevar la temperatura del vapor y mover las turbinas de los generadores. En México, solo hay una central de este tipo, ubicada en Laguna Verde, Veracruz.



**Figura 14.10** Central solar o huerto solar. Emplea paneles que funcionan con base en el efecto fotovoltaico.

Adicionalmente existen centrales solares (fotovoltaicas). Estas no requieren generadores o turbinas como las centrales anteriores. En su lugar emplean paneles solares que basan su funcionamiento en el efecto fotovoltaico (figura 14.10), que permite la obtención de energía eléctrica a partir de luz. El efecto fotovoltaico consiste en la emisión de electrones que se produce cuando la radiación solar incide sobre ciertos materiales (como el silicio). La emisión de electrones es recolectada y controlada para formar corrientes eléctricas con voltajes adecuados. A las instalaciones que emplean este tipo de energía se les llama con frecuencia *huertos solares* y en México hay una en Durango y otra en Chihuahua. Este tipo de centrales ha crecido más en países como Alemania, Japón, China y Estados Unidos de América.

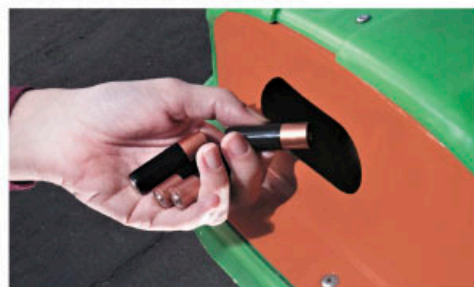
Después de que se obtiene energía eléctrica, el reto siguiente es hacerla llegar hasta todos los consumidores. La ruta de la electricidad se divide en dos momentos.

- Transporte, donde se lleva la energía generada en las centrales eléctricas a transformadores que modifican su voltaje y de ahí a subestaciones. Con frecuencia a este conjunto de elementos se le llama *red de reparto*.
- Distribución, donde se lleva a la energía eléctrica con voltajes adecuados a los clientes finales: industrias, comercios y población en general.



**Figura 14.11** Las pilas tienen muchos desechos tóxicos.

Por otro lado, las baterías requieren para su proceso electroquímico diversos metales pesados y químicos que son tóxicos (figura 14.11). Cuando se les desecha sin cuidado pueden contaminar en gran medida el suelo o el agua; tirarlas a la basura produce un gran impacto al medio ambiente pues cuando se llevan a depósitos a cielo abierto o a rellenos sanitarios se liberan sus componentes tóxicos a través de la quema de basura o bien, con la lluvia.



**Figura 14.12** Depósitos especiales para pilas

En México hay lugares especiales para depositar las pilas sin carga (figura 14.12). Se llevan a sitios autorizados por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales para que sus componentes sean desechados o reciclados adecuadamente.

## 7. Consulta las listas para desechar pilas.

- ❏ Si vives fuera de ciudades grandes es probable que esos listados no existan. En este caso, investiga en qué lugares reciben pilas y elabora tu lista.
- ❏ Después, comparte esta lista con tu comunidad.

## 8. Reúnete con tres compañeros y hagan una investigación sobre los efectos en el entorno del alto consumo de energía eléctrica.

- ❏ Elaboren un *collage* al respecto. Preséntalo ante el grupo e intercambien ideas.
- ❏ De manera individual, elabora una lista de actividades que favorezcan la reducción del consumo eléctrico en tu casa y en tu comunidad.

## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

### 9. Lleva a cabo la lectura y reflexiona sobre las siguientes preguntas.

- ❏ Comenta con tus compañeros las posibles respuestas que se presentan en torno a él y escríbelas en tu cuaderno de trabajo.

#### ¿Cómo y por qué se decidió aplicar el horario de verano en México?

El horario de verano (HV) consiste en adelantar el reloj una hora durante la parte del año en la que se registra mayor insolación; es decir, en el periodo con mayor duración de luz solar, fenómeno que se debe a la inclinación del eje de la Tierra y su movimiento de traslación.

En junio se presentan los días más largos del año en el hemisferio norte, y en diciembre en el hemisferio sur. Este horario se aplica durante siete meses: desde el primer domingo de abril al último de octubre. Actualmente, más de noventa países aplican el horario de verano.

En 1996 en México empezó el HV a partir del decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de enero de ese año.

La decisión de adoptar en México el HV se tomó ante la necesidad de cuidar la energía, dado que la electricidad no es un recurso natu-

ral, sino una forma de energía generada mediante costosos métodos. Las plantas generadoras de energía eléctrica y las redes de transmisión y distribución requieren enormes recursos no solo para su instalación, pues sus gastos de operación son muy elevados.

Según datos estimados, con la aplicación de esta medida, en 2007 se dejaron de consumir en el país 1278 millones de kilowatts-hora, lo que equivale al consumo total anual del Estado de Colima o el de Baja California Sur.

Tomado de la reforma al decreto por el que se establece el horario estacional que se aplicará en los Estados Unidos Mexicanos [en línea] Disponible en [http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2008/04/asun\\_2438429\\_20080425\\_1209152858.pdf](http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/2008/04/asun_2438429_20080425_1209152858.pdf). Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2018.

- ¿Cuál es el propósito del horario de verano?
- ¿Hay estudios acerca de sus resultados? Explica.
- Los fragmentos revisados corresponden a un artículo de 2008. Investiga en internet el ahorro de energía en los diez últimos años.



#### #FUENTE

Consulta la página oficial de la CFE. Ahí encontrarás información acerca de la historia de la empresa, su misión, visión y los porcentajes de clientes a los que proporciona servicio eléctrico; además, podrás conocer las tarifas y aprender a leer tu recibo de cobro de energía eléctrica en [redir.mx/SSPCF2-191a](http://redir.mx/SSPCF2-191a).

Ejemplo para la Ciudad de México de un directorio de centros de reciclaje y lugares de acopio para pilas: [redir.mx/SSPCF2-191b](http://redir.mx/SSPCF2-191b).



#### #TIC TAC

Para que conozcas más acerca del origen de la energía eléctrica puedes consultar las siguientes páginas.

Centrales hidroeléctricas en [redir.mx/SSPCF2-191c](http://redir.mx/SSPCF2-191c).

Aerogeneradores en [redir.mx/SSPCF2-191d](http://redir.mx/SSPCF2-191d).

Centrales nucleares en [redir.mx/SSPCF2-191e](http://redir.mx/SSPCF2-191e).



**Eje:** materia, energía e interacciones

**Tema:** energía

**Aprendizaje esperado:** describe el funcionamiento básico de las fuentes renovables de energía y valora sus beneficios.

## MIS PRIMERAS IDEAS

En esta secuencia identificarás y describirás cómo funcionan las fuentes renovables de energía y podrás valorar los beneficios que conlleva su uso en términos del cuidado del ambiente, así como en el ámbito social y económico.

1. Analiza las siguientes situaciones y lleva a cabo las actividades; para ello, intercambia ideas con tus compañeros.

### Situación A: fuentes de energía

- a) Recupera las formas de energía estudiadas previamente.
- b) Completa la siguiente tabla. Si es necesario, cópiala en tu cuaderno y agrega las filas que necesites.

Formas de energía estudiadas en este curso	Descripción de cada tipo de energía	Forma de energía en que puede transformarse
1		
2		
3		

### Situación B: fuentes renovables

Un compañero llevó la fotografía de una montaña tomada en la misma temporada, pero en años diferentes (figura 15.1).

Figura 15.1 Modificación en las zonas de nieve de una montaña

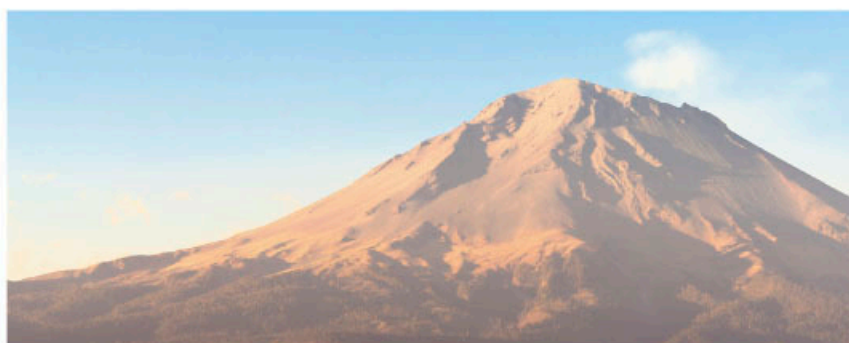
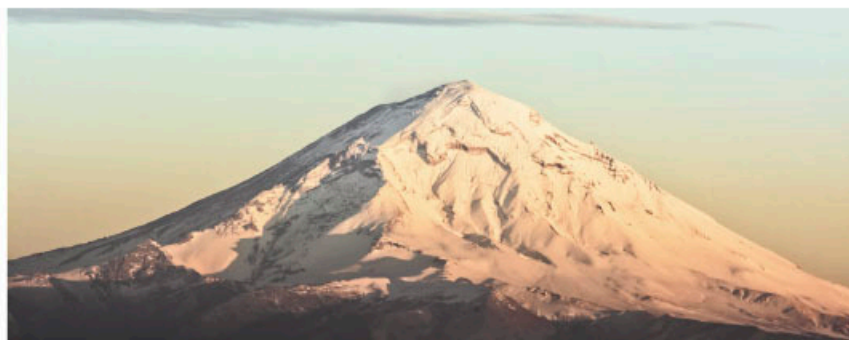


Figura 15.2 Energía eólica

Ahora con el calentamiento global, cambiamos de mascotas.



Figura 15.3 Paseo submarino

- c) ¿A qué consideras que se deben las diferencias mostradas en la imagen? Explica.
- d) La imagen llevada por el compañero fue obtenida en internet. ¿Qué cuidados consideras que son necesarios para confiar en la veracidad de la imagen? Explica.
- e) ¿A qué ideas de la energía se refieren los chistes de las figuras 15.2 y 15.3?

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### ¿La energía tiene origen... y fin?

2. Forma equipo con tus compañeros. De forma individual, respondan: ¿de dónde piensan que proviene la energía de la que disponemos en nuestro planeta? Después, elaboren una conclusión por equipo.

Con frecuencia se dice que la energía es la capacidad para hacer un trabajo o provocar un cambio cuando se transforma o se transfiere. Para que muchas de las transformaciones de energía puedan llevarse a cabo, el ser humano ha construido un sinfín de máquinas de muy diversos tipos. Probablemente en la esencia del ser humano está su construcción.

Aunque en lenguaje cotidiano es común usar fuerza y energía como sinónimos, en el lenguaje de la ciencia no son lo mismo. Las fuerzas se ejercen entre los cuerpos durante sus interacciones, mientras que la energía es una propiedad que poseen y que puede transferirse de unos a otros. Como la cantidad de energía siempre es la misma antes y después de las transformaciones, se dice que esta no se crea ni se destruye, solo se transforma.

Toda la energía de la cual disponemos, con excepción de la nuclear, proviene del Sol (figura 15.4). Su calor y luz son la base de ininidad de procesos físicos y químicos. Con algunos de ellos se han formado sustancias que permiten recuperar algo de la energía que inicialmente les proporcionó el Sol; por ejemplo, el carbón, el petróleo y el gas natural se pueden quemar y, con este proceso, transformar su energía química en energía térmica, mecánica y eléctrica. Si rastreamos el origen de otras formas de energía encontraremos que muy al inicio se encuentra el Sol.

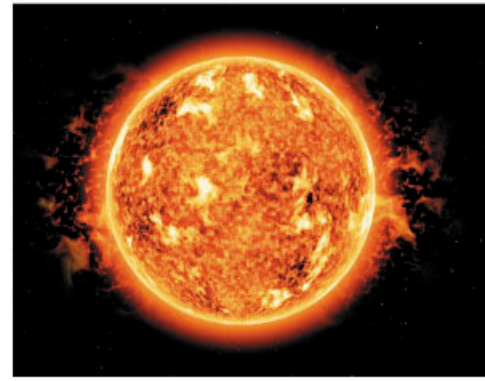
3. Lee detenidamente el siguiente texto.

Desde el siglo XIX surgió el concepto *energía* y fue estudiado por muchos investigadores. Se identificó que durante la transformación y transferencia de energía una parte de ella se disipa o se degrada, siendo cada vez más complicado poder obtener trabajo útil de ella. Además de que esto es evidente en las máquinas, también en transformaciones energéticas que suceden en nuestro entorno hay disipación o degradación. Por ejemplo, parte de la energía que se emplea para mover un auto se transforma en calor que va al motor o a las llantas.

Este calor es energía que ya no se puede ocupar más, es energía que se ha degradado. Este proceso es irreversible y los científicos han encontrado que no solo se presenta en la Tierra, sino que se le encuentra en todo el Universo. Para estudiarlo se construyó el concepto de “entropía” que se refiere al grado de desorganización que tienen los componentes de un sistema.

De acuerdo con esta idea, conforme la energía se va transformando y transfiriendo, los sistemas se van “desorganizando” paulatinamente, siendo cada vez más difícil emplear su energía precisamente por estar desorganizados. Así, la entropía siempre va en aumento.

En el siglo XIX William Thomson (Lord Kelvin) reflexionó acerca de las últimas consecuencias del aumento en la entropía, y actualmente una teoría que sigue esta línea de pensamiento señala que después de



**Figura 15.4** Las diversas formas de energías de las cuales disponemos en nuestro planeta (excepto la energía nuclear) provienen del Sol.



En biología, el flujo de energía es el proceso mediante el cual los organismos aprovechan la energía producida por otros. La mayor parte de la energía que utilizan las plantas para crecer y producir su alimento proviene directamente del Sol. Algo de esta energía es absorbida por los consumidores primarios (herbívoros), que emplean una parte para sus funciones básicas. Cuando un carnívoro se alimenta de ellos, una parte de la energía se transfiere a este nivel (consumidor secundario). Así, como el ser humano es omnívoro, en sus alimentos hay energía que proviene del Sol.



Hay varias teorías acerca del fin del universo. Una de ellas es la de la muerte térmica. Para saber más de este tópico revisa el documental *El fin del universo*. Escribe el título en un buscador de internet y selecciona el video del documental completo.

millones de años, el universo alcanzará un estado de máxima entropía. Cuando esto suceda toda la energía disponible se habrá transferido y, de alguna manera, todo se encontrará a la misma temperatura; habrá equilibrio térmico y ya no más flujo de energía. A esta teoría se le denomina **muerte térmica del Universo**.

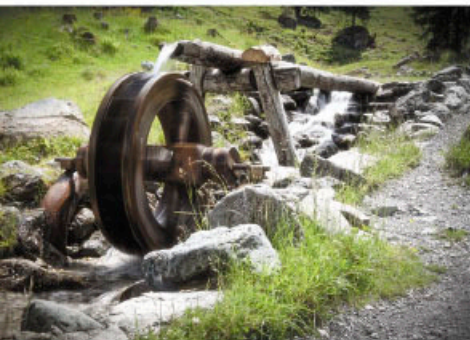
• Intercambia ideas con tus compañeros y responde las siguientes preguntas.

- Explica con tus palabras en qué consiste la muerte térmica del Universo.
- De acuerdo con esta teoría, ¿se acaba totalmente la energía?
- ¿Qué sucede con el calor?

## Fuentes de energía

4. En la sopa de letras hay diez fuentes de energía. Encuéntralas.

O	T	R	C	C	E	A	R	U	A	G	C	E
O	O	R	S	A	E	L	S	T	E	R	C	R
E	C	E	C	A	N	N	R	P	M	A	N	I
M	G	P	P	U	G	O	O	L	S	A	A	A
C	E	Ó	A	U	E	R	A	A	O	O	M	R
E	O	Ó	M	O	M	R	M	L	E	O	I	S
A	T	G	Ó	O	E	O	T	M	M	M	A	R
S	E	T	R	L	I	L	R	B	A	A	S	E
G	R	B	O	B	E	O	Ó	S	O	R	L	M
E	M	T	B	A	S	O	Í	R	E	A	S	I
S	I	I	N	Ó	B	R	A	C	T	G	A	Ó
O	A	S	R	I	N	N	L	S	M	E	A	M
L	Á	T	O	M	O	B	A	S	T	H	P	G



**Figura 15.5** El cauce de un río puede ser fuente de energía renovable, ya que se le encuentra disponible de forma continua.

Las fuentes de energía o recursos energéticos son fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable para el humano. Se clasifican de la siguiente manera.

- **Renovables**, aquellas que se regeneran naturalmente de tal modo que se encuentran disponibles de forma continua (figura 15.5).
- **No renovables**, son las que una vez utilizadas tardan muchísimo tiempo en regenerarse.

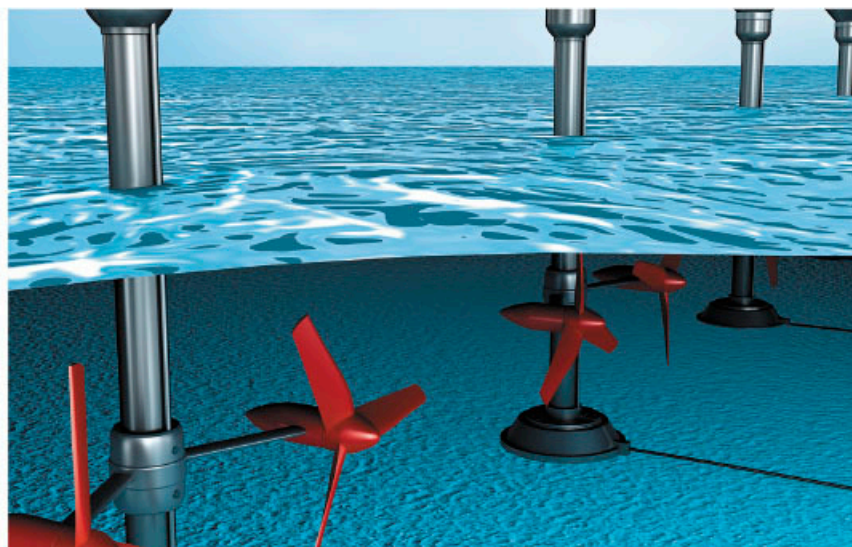
La clasificación anterior se basa en el ritmo de consumo que tiene el ser humano. La primera considera que las fuentes de energía se pueden restituir más rápido de lo que el humano toma energía de ellas, mientras que en la segunda sucede lo contrario, el hombre toma energía de ellas más rápido de lo que pueden regenerarse. En México (y en el mundo) más de 80% de la energía que se consume proviene de fuentes no renovables. De manera que, si se continúa con su empleo a tan gran escala, eventualmente se acabarán.

Cabe reiterar que la energía, en cualquiera de sus formas, no puede crearse o destruirse, solo puede cambiar de una forma a otra. Aunque la energía no se pierde, sí se degrada en un proceso irreversible, así que, en rigor, la energía no puede considerarse renovable o no renovable. Lo que sí puede renovarse o no es su fuente. Sin embargo, el uso del lenguaje ha llevado a que se diga simplemente energías renovables o no renovables, cuando en realidad de lo que se trata es de la fuente de esta.

## Energías renovables

Las energías renovables son consideradas como recursos limpios porque, al no haber combustión de algún material, no emiten contaminantes.

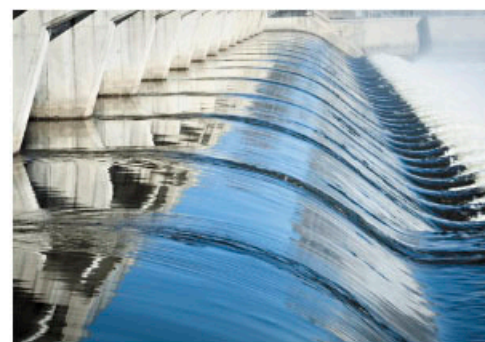
- **Energía hidráulica.** Se trata de la energía cinética y potencial que poseen ríos y lagos. Su movimiento se emplea para mover las aspas de las turbinas que transforman la energía mecánica en eléctrica (figura 15.6). Esta fuente de energía proporcionó el impulso más importante para la industrialización de nuestro país en el siglo *xx*. Fue empleada en ingenios azucareros y fábricas de hilados y tejidos en diferentes lugares del país, edificados al costado de cursos de agua con grandes ruedas de madera. En el último tercio del siglo, las ruedas se sustituyeron por turbinas y dio inicio la generación de electricidad a partir de este tipo de energía. En México hay más de sesenta centrales hidroeléctricas ubicadas en todo el país.
- **Energía del mar.** En este caso la energía mecánica que poseen las olas por su movimiento oscilatorio se transforma en electricidad (figura 15.7). Los sistemas que actualmente existen son de dos tipos: los que se encuentran fijos a la plataforma continental y los que flotan mar adentro. El obstáculo principal para explotar la energía de las olas es económico. Los costos de inversión son elevados respecto al rendimiento. En México no hay centrales de este tipo.



### #TIC TAC

Ingresar al vínculo: [redir.mx/SSPCF2-195a](http://redir.mx/SSPCF2-195a).

Ahí encontrarás la animación de un generador hidráulico. Podrás notar elementos relevantes como imanes, bobinas y corriente de agua. Esta es una de las aplicaciones basadas en la ley de Faraday; la corriente que se produce es alterna y es el mismo principio utilizado en las centrales hidroeléctricas.



**Figura 15.6** Las turbinas generan energía eléctrica por el agua en movimiento que se vierte por las presas.



### #TIC TAC

Construye tu propio generador eólico casero. En un buscador, escribe las palabras clave y explora los videos. ¡Este puede ser un buen proyecto escolar! El motor lo puedes obtener de algún juguete o reproductor de CD o DVD que ya no funcione.

**Figura 15.7** Generadores de energía eléctrica a partir del movimiento de las olas en Escocia.



**Figura 15.8** El movimiento de las aspas se transmite hasta un generador que produce energía eléctrica.



**Figura 15.9** El bagazo de caña se puede emplear como combustible para generar energía eléctrica.

- **Energía eólica.** Corresponde a la energía de movimiento de las corrientes de aire. Se obtiene a partir del viento que hace girar las aspas articuladas a un generador transformando su energía cinética en energía eléctrica (**figura 15.8**). Durante el transcurso de las últimas dos décadas, la tecnología de los generadores eólicos ha avanzado sustancialmente. Sus costos se han reducido hasta hacerse competitivos con las tecnologías convencionales, aunque dependen de la velocidad del viento y de su distribución a lo largo del año. En México hay parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec (La Venta, Oaxaca) y en Baja California Sur (Guerrero Negro).
- **Energía geotérmica.** Se trata de la energía térmica de origen volcánico acumulada en el interior de la corteza terrestre que se emplea para generar electricidad. La tecnología que permite el aprovechamiento adecuado de este recurso requiere altos costos de inversión en exploración, perforación de pozos y en la construcción de la propia central, por lo que no se le emplea mucho. Actualmente en México existen siete centrales geotérmicas: cuatro en Baja California, una en Puebla, una en Michoacán (la más grande de todas) y otra en Baja California Sur.
- **Bioenergía.** Es energía obtenida de la combustión de materiales de origen orgánico o derivados de otros procesos como el bagazo de caña, leña, biogás, algunos residuos agrícolas y agroindustriales. En México, el bagazo de caña es, después de la leña, la principal fuente de bioenergía que se utiliza en ingenios azucareros para la producción de calor y electricidad que consume el propio ingenio (**figura 15.9**). Se estima que, en México, la leña es un combustible usado por cerca de una cuarta parte de la población en fogones tradicionales.
- **Energía solar.** Corresponde a la energía radiante producida por el Sol como resultado de sus reacciones nucleares. La cantidad de energía que se recibe del Sol se puede estimar, y su valor promedio en México es de  $5 \text{ kWh/día/m}^2$ . Existen dos tecnologías para la generación de electricidad a partir de la radiación solar:
  - » **Fotovoltaica**, basada en celdas que transforman directamente la radiación solar en electricidad, por medio del fenómeno físico denominado *efecto fotovoltaico* (**figura 15.10**).
  - » **Concentración solar**, en la que la radiación solar calienta un fluido, que a su vez puede mover una máquina térmica y un generador eléctrico. Adicionalmente, la energía solar es empleada mayormente en calentadores de agua, cuya eficiencia típica es de 50% (**figura 15.11**).



**Figura 15.10** Celdas solares que emplean el fenómeno fotovoltaico para generar electricidad



**Figura 15.11** Calentadores solares para casa

En las comunidades rurales el empleo de celdas fotovoltaicas y colectores solares favorece en gran medida atender sus necesidades.

- **Energía nuclear.** Se obtiene de reacciones nucleares (fisión y fusión) que liberan gran cantidad de energía (figura 15.12). La fisión consiste en la división de un átomo pesado (por ejemplo, uranio o plutonio) en dos átomos más ligeros. Por otro lado, la fusión es un proceso en el que se combinan núcleos ligeros para formar núcleos más pesados. Cuando se trata de este último proceso y el elemento empleado es hidrógeno, se considera que se trata de una fuente renovable, y aunque puede producir grandes cantidades de energía, conlleva riesgos por una pérdida del control involuntaria de la radiación que genera. En México hay una central que genera electricidad a partir de la energía nuclear ubicada en Laguna Verde, Veracruz. Se trata de una central de fisión que emplea uranio-235.
- **Carbón.** Este mineral es una roca sedimentaria muy rica en carbono, componente **esencial** de los seres vivos. Procede de la descomposición de vegetales que quedaron acumulados en pantanos, lagunas o en el fondo de los mares hace trescientos millones de años aproximadamente. Es una de las fuentes más importantes de energía porque es fácil de obtener y utilizar. Suministra alrededor de 25 % de la energía primaria que se emplea en el mundo, solo detrás del petróleo. Se encuentra principalmente en el hemisferio norte de la Tierra y es el combustible fósil de mayor abundancia (figura 15.13). Actualmente se le explota en tal cantidad que se considera que, de no modificar el ritmo actual de consumo, las reservas de carbón se agotarán en doscientos o trescientos años. Se le emplea para generar cerca de 40% de la energía eléctrica a escala global; además, 12% del total de producción de este mineral se utiliza para obtener acero. En México hay dos centrales que generan electricidad a partir del carbón, ambas están ubicadas en Coahuila.
- **Petróleo.** Es un líquido aceitoso de origen fósil formado por una mezcla de compuestos orgánicos. Procede de pequeños organismos marinos y plantas que quedaron enterrados en grandes cantidades y que estuvieron sujetos a diversos procesos físicos y químicos durante millones de años (figura 15.14). Actualmente es la principal fuente de energía para diversos procesos y provee materia prima para los derivados del petróleo, entre los que se incluye a la mayoría de los plásticos.



Figura 15.12 Torres de enfriamiento en una central nuclear



Figura 15.13 El carbón es un mineral muy abundante, pero se está agotando porque se consume en grandes cantidades.

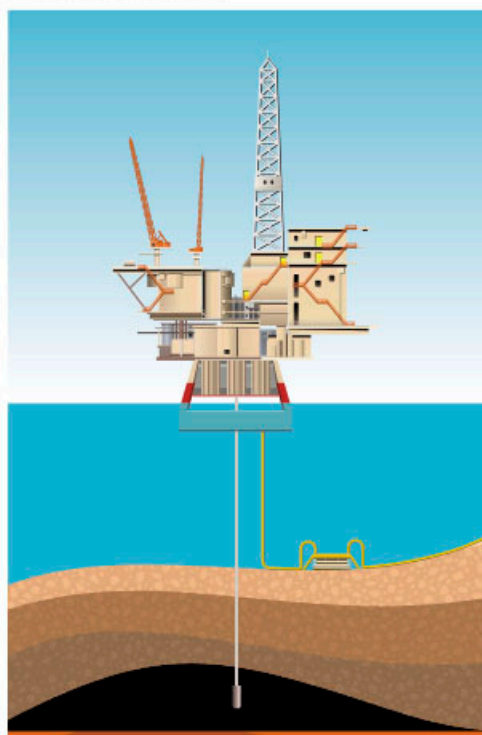


Figura 15.14 Plataforma de extracción de petróleo en el mar

## #DATO



A inicios del 2015 el porcentaje de importación a México de gas natural estaba alrededor de 59%. Actualmente este porcentaje está alrededor de 80%. Este aumento se debe a los bajos niveles de producción por parte de Petróleos Mexicanos (Pemex), a la alta demanda y a las políticas de infraestructura relacionadas con la importación del producto.

Por su importancia para un sinnúmero de actividades, la venta de petróleo es un pilar fundamental en la economía y la política de muchos países. En un inicio era relativamente sencillo explotar yacimientos de este recurso, ya que se trabajaba en los que se encontraban en o cerca de la superficie de la Tierra. Sin embargo, al crecer la demanda y agotarse los yacimientos superficiales, los científicos e investigadores se abocaron en el desarrollo de tácticas para localización y explotación de yacimientos muy por debajo de la superficie terrestre e incluso del mar. Según algunos expertos, este recurso está a décadas de agotarse.

- **Gas natural.** Recibe este nombre porque se extrae directamente de la naturaleza y llega a su punto de consumo sin haber experimentado prácticamente ninguna transformación química. Está formado por una mezcla de gases ligeros que se encuentran en yacimientos de petróleo y de carbón. Se genera por la digestión anaeróbica de desechos orgánicos. Aunque su composición varía dependiendo de dónde se le extrae, está compuesto principalmente por metano. Tiene como ventaja su alto poder calorífico. Su obtención y extracción es más sencilla y económica en comparación con otros combustibles fósiles. Actualmente, todos los sectores de la sociedad recurren al gas natural para usos diversos en muchos aparatos y máquinas que lo transforman en luz, calor, frío y electricidad. Es un combustible muy versátil y cuando se quema, produce menos emisiones de bióxido de carbono que otros combustibles, sin embargo, los escapes que se producen en los pozos de extracción implican un aporte significativo a los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Algunos investigadores señalan que, si los humanos seguimos con el mismo ritmo de consumo de este recurso, se agotará en 2150.

Finalmente, cabe mencionar que ninguna de las tecnologías actuales es capaz de aprovechar al 100% el potencial de la energía que emplea como insumo. Algunos estudios señalan que en una central térmica solo se producen dos unidades de electricidad, a partir de diez unidades de combustible; mientras en una central hidráulica, de diez unidades de energía potencial del agua, ocho se transforman en electricidad. Adicionalmente, algunas mediciones señalan que se pierde entre 3% y 5% de la energía eléctrica por cada 1 000 km de recorrido a través de las líneas de distribución.

### 5. Forma equipo con dos o tres compañeros.

- Intercambia ideas con tus compañeros y registra tus ideas en una tabla como la mostrada a continuación.

Fuente de energía	Renovable o no renovable	Ventajas	Desventajas
1			
2			
3			
4			

- Con la guía de tu profesor, elabora un periódico mural para mostrar al resto de tu escuela las ventajas y las desventajas del empleo de las diversas fuentes de energía.

## Energías limpias

### 6. Intercambia ideas con tus compañeros y resuelve las siguientes cuestiones.

- ¿Qué ventajas tiene el empleo de energías limpias?
- ¿Qué energías limpias se utilizan en tu entorno?
- ¿Cómo funcionan los dispositivos mostrados en las figuras 15.15 y 15.16?

Se llama **energía limpia** a los procesos que transforman energía sin producir contaminantes o que incluyen el desecho de residuos que pudieran contaminar. Las más utilizadas son la energía geotérmica, la eólica, la hidroeléctrica y la solar. Debido al impacto ambiental nocivo de las transformaciones energéticas más empleadas en el mundo, la tendencia hacia las energías limpias es cada vez mayor. Dentro de sus ventajas se encuentran las siguientes.

- No contaminan, no emiten gases contaminantes a la atmósfera o, en su defecto, las emisiones son mínimas; por tanto, no contribuyen a efectos como el cambio climático, el calentamiento global o el agujero de la capa de ozono.
- No producen residuos (o producen muchos menos).
- No provocan reacción química.
- Son renovables.

### 7. Forma equipo con dos o tres compañeros.

- Intercambien ideas e imaginen cómo funcionaría idealmente su comunidad considerando las ventajas y las desventajas del empleo de las diversas fuentes de energía.
- Como guía para su reflexión respondan las siguientes preguntas.
  - ¿De dónde proviene la energía que se emplea en nuestra comunidad?
  - ¿Cómo afecta esto al entorno cercano y al global?
  - ¿Qué fuentes de energía es necesario sustituir?
  - ¿Qué fuentes de energía es posible emplear en nuestro entorno?
- Preparen una presentación de cómo sería su comunidad ideal. Pueden hacer un *collage*, un dibujo, un video, entre otros. Su profesor indicará el medio a través del cual harán su presentación para el grupo.
- Recupera tu respuesta a la situación B presentada en la página 192, ¿cambiarías algo en ellas?, ¿por qué?

## Contaminación acústica

Además de la contaminación de la atmósfera y del agua, nuestro entorno también se puede afectar por el ruido. Aunque este no se acumula, se traslada o permanece durante algún tiempo, sí puede dañar la salud auditiva y psicológica de las personas que se encuentran cerca de las fuentes que lo emiten.



Figura 15.15 Esquema del funcionamiento de un calentador solar para casa



Figura 15.16 Horno solar

Figura 15.17 Los aviones que aterrizan cerca de comunidades producen contaminación acústica.



## #DATO



**Contaminación lumínica:** flujo luminoso producido por fuentes artificiales de luz que aumenta el brillo del cielo nocturno, lo que disminuye la visibilidad de cuerpos celestes.

Adaptado de Página del Instituto de Astronomía de la UNAM, disponible en [redir.mx/SSPCF2-200a](http://redir.mx/SSPCF2-200a).



**Figura 15.18** En la zona central de nuestro país es donde puede presentarse la contaminación lumínica. Nota la diferencia lumínica de EUA respecto a México.

Las principales causas de este tipo de contaminación son las actividades humanas como el transporte, la construcción de edificios, los procesos industriales, poner música durante fiestas o reuniones a un volumen que perturba el descanso y las actividades de vecinos, entre otros. En este sentido, diversas comunidades internacionales han propuesto normas y políticas de prevención para evitarla. La mayoría de los países en el mundo las han adoptado y traducido a legislaciones específicas para delimitar las emisiones acústicas de transporte, procesos de construcción e industriales (figura 15.17).

## Contaminación lumínica

Este tipo de contaminación es producto del uso ineficiente, innecesario y extremo de fuentes de luz artificial que afecta a los ecosistemas del entorno. La emisión de luz artificial en intensidades, direcciones, rangos espectrales y horarios innecesarios hace que aumente el brillo del cielo nocturno (figura 15.18). En general, existe poca conciencia social acerca de este tipo de contaminación a pesar de las consecuencias como daño a los ecosistemas nocturnos, dificultades para el tráfico aéreo y marítimo, y dificultades para la astronomía por la disminución de la visibilidad de los cuerpos celestes. Desde 1980 varias organizaciones promueven la toma de conciencia acerca de este tipo de contaminación y la adopción de medidas para reducirla. Entre estas se encuentra iluminar solo las zonas que así lo requieran, usar lámparas de poco espectro contaminante, regular el apagado de iluminaciones ornamentales, monumentales y publicitarias, prohibir cualquier tipo de proyector que envíe luz hacia el cielo, reducir el consumo de luz en horas de menor actividad, entre otros.

## MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

8. Forma equipo con dos o tres compañeros. Comenten los siguientes enunciados. Marca con X si consideran que son falsos o verdaderos.

V	F	
		En México hay centrales eléctricas que toman energía del mar.
		La energía hidráulica se debe al movimiento del aire.
		El carbón es una de las principales fuentes de producción de electricidad.
		Las fuentes de energía fósil son el carbón, el gas natural y el mar.
		El petróleo está a décadas de agotarse.
		El gas natural se usa principalmente para fines domésticos.
		En millones de años, cuando sea el fin del universo, no habrá energía.
		Con energía solar es posible calentar el agua en los hogares.
		Las centrales térmicas, con quema de combustible, no emiten gases.
		Nada podemos hacer para reducir la contaminación por combustibles.
		La energía geotérmica es no renovable.

## #FUENTE



Para conocer más acerca de las consecuencias de la contaminación lumínica y algunas soluciones para disminuirla, consulta la publicación que llevó a cabo el Instituto de Astronomía de la UNAM disponible en [redir.mx/SSPCF2-200b](http://redir.mx/SSPCF2-200b).

9. Comenta con tus compañeros de equipo cuáles son fuentes posibles para los tipos de contaminación que se presentan en la tabla. Describe sus consecuencias y señala acciones para su reducción.

Contaminación	Fuentes posibles	Consecuencias	Acciones para evitar/reducir
Atmosférica			
Del agua (ríos, lagunas y mares)			
Acústica			
Lumínica			

**#DATO**

El Instituto de Energías Renovables de la UNAM es el principal centro de investigación de energías renovables en México. Participa en la formación de recursos humanos y hace actividades de vinculación y divulgación con el sector público, privado y social. Actualmente se imparte la licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables en esta casa de estudios.

10. Investiga sobre la eficiencia de la generación de energía eléctrica. Inter-cambia ideas con tus compañeros. Elabora un esquema de ideas y coméntalo con el resto del grupo de acuerdo con las instrucciones de tu profesor.

11. Imagina que eres un tomador de decisiones y recibes de tu grupo de investigación la gráfica velocidad vs. consumo de combustible que se muestra en la figura 15.19. Resuelve la siguiente actividad; en caso de duda, analízala en equipo y, después, de forma grupal con la guía del profesor.

- Explica qué sucede con la velocidad promedio de los vehículos respecto al consumo de combustible.
- Indica dos decisiones que tomarías respecto al tránsito vehicular.
  - De acuerdo con la dinámica que indique tu profesor, comenta tus decisiones con el resto del grupo.

**#FUENTE**

Si en algún momento te interesa estudiar las energías renovables puedes ingresar a la página [redir.mx/SSPCF2-201a](http://redir.mx/SSPCF2-201a). Aquí se proporciona información de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables y de su campo laboral.

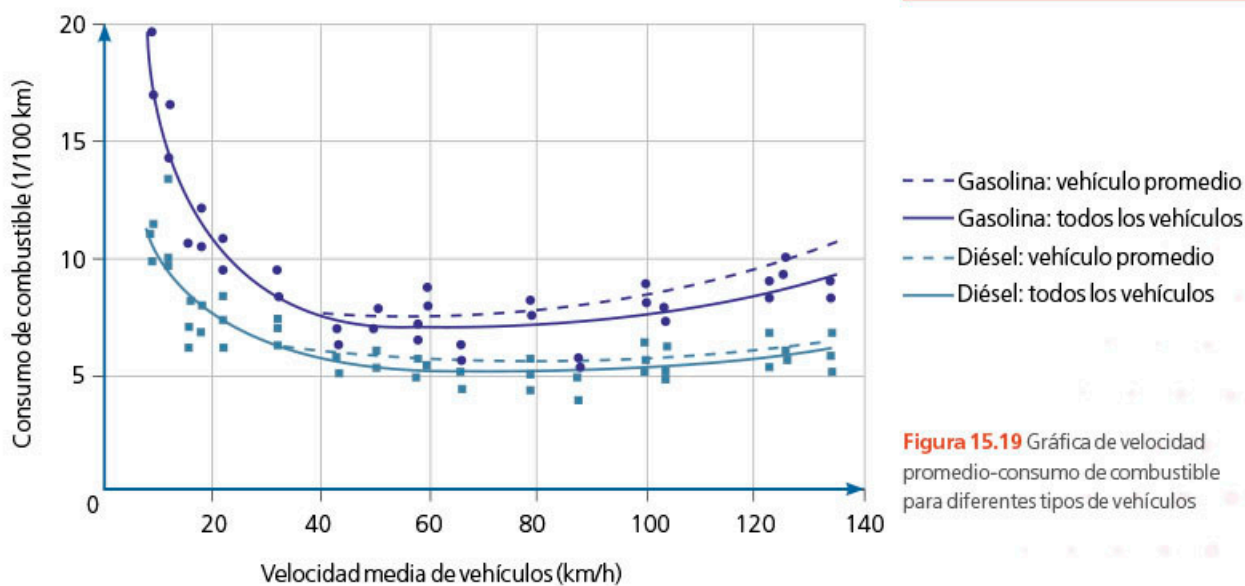


Figura 15.19 Gráfica de velocidad promedio-consumo de combustible para diferentes tipos de vehículos

**Eje:** diversidad, continuidad y cambio

**Tema:** tiempo y cambio

**Aprendizaje esperado:** analiza cambios en la historia, relativos a la tecnología, en diversas actividades humanas (medición, transporte, industria y telecomunicaciones) para valorar su impacto en la vida cotidiana y en la transformación de la sociedad.

➔ **MIS PRIMERAS IDEAS**

En esta secuencia explorarás las repercusiones en la historia debidas a los cambios y el desarrollo de la tecnología asociados a las diversas actividades humanas, y valorarás su impacto en la vida diaria y de la sociedad.

1. Reflexiona acerca de algunos cambios tecnológicos en actividades de tu vida diaria.

- Pregunta a tus papás, y si puedes a tus abuelos, cómo era la telefonía en sus tiempos.
- Elabora un esquema que muestre la secuencia de cómo ha ido cambiando la telefonía.
- Comparte tus ideas con el resto del grupo de acuerdo con la dinámica que indique tu profesor.

2. En la figura 16.1a, 16.1b y 16.1c se muestran escenas de una comida en familia en tres épocas: Prehistoria, Edad Media y actualidad. Elige tres aspectos (mobiliario, tipo de alimentos, abasto de comida, fuente de energía, almacenaje de comestibles, entre otros) y describe cómo han cambiado en el transcurso del tiempo gracias a los cambios de tecnología.

#DATO



El 26 de enero de 1926, el ingeniero y físico John Logie Baird hizo una demostración pública de una televisión mecánica que transmitía a distancia voz, sonido y movimiento.



**Figura 16.1a** Escena de comida familiar en la Prehistoria

**Figura 16.1b** Escena de comida familiar en la época medieval

**Figura 16.1c** Escena de comida familiar en la actualidad

## ➔ MI PROCESO DE APRENDIZAJE

### Avances tecnológicos

3. **Forma equipo con dos o tres compañeros. Reflexionen acerca de las actividades que hacen a diario (ir a la escuela, comer, hacer ejercicio, charlar con los amigos, ver televisión, etcétera).**

• **Elijan una actividad y describan cómo sería sin los avances tecnológicos.**

a) ¿Los avances tecnológicos influyen en nuestra forma de vida? Explica.

Con las **aportaciones griegas** dio inicio el desarrollo formal de la ciencia y la tecnología con mentes brillantes como las de Aristóteles y Pitágoras, y con tecnólogos insuperables (o expertos en física aplicada) como Herón y Arquímedes. Sus aportaciones fueron aceptadas durante varios siglos y su crecimiento fue reducido hasta que durante el **Renacimiento** (siglos xv y xvi) se planteó una nueva forma de ver el mundo y al ser humano con nuevos enfoques en las artes, la política, la filosofía y las ciencias. Entre los máximos exponentes de la física en estos momentos se encuentran Nicolás Copérnico (propuso la teoría heliocéntrica), Johannes Kepler (describió el movimiento de los planetas) y Galileo Galilei (introdujo el método científico experimental a la ciencia y puso los cimientos de la mecánica actual).

Años después, ya que las ideas de estas generaciones habían permeado en la ciencia, dio inicio la **Primera Revolución Industrial** (siglo xviii). A partir de entonces, y con el gran interés por el estudio de la fuerza, la energía, la electricidad y el trabajo mecánico, cambió la forma en que el ser humano se relacionó con la naturaleza. Pasó de buscar la explicación y la comprensión para indagar aplicaciones productivas. En esta época el protagonista central fue la máquina de vapor y personajes como Isaac Newton (propuso la teoría de gravitación universal) y James Prescott Watt (construyó la primera máquina de vapor) aportaron ideas para diversas mejoras tecnológicas.

A fines del siglo xix, empezó la **Segunda Revolución Industrial**, caracterizada por tecnologías modernas con fuentes de energía como gas, petróleo y electricidad, nuevos materiales (plásticos diversos), sistemas de transporte más rápidos (avión y automóvil) y maneras diferentes de comunicación (teléfono y radio). La forma de organización del trabajo se modificó y se introdujo la producción en masa, se incrementó notablemente el consumo, la educación precisó objetivos conductuales medibles y las políticas de los países cambiaron hasta derivar en la primera globalización.

Durante esta revolución, personajes como Thomas Alva Edison (promovió la electrificación de los hogares), Ernest Rutherford (propuso un modelo atómico con un núcleo central), Marie Curie (descubrió la radioactividad) y Albert Einstein (planteó la teoría de la relatividad), entre otros científicos, aportaron ideas para la construcción de la mayor parte de los dispositivos tecnológicos que actualmente empleamos de forma cotidiana. Después de los fuertes problemas de consumo y contaminación, consecuencia de la segunda revolución, actualmente en el siglo xxi nos encontramos en la **Tercera Revolución Industrial**.

Ahora las tecnologías de comunicación se han sofisticado y se convirtieron en el medio de organización y gestión entre los seres humanos. La comunicación de internet y las tecnologías renovables son las que guían, en gran medida, a la sociedad.

Aunque los avances tecnológicos suceden en la sociedad en general, a continuación se precisan detalles en el transporte, las telecomunicaciones, la industria, la medicina, la medicina y el aprendizaje.

#### #FUENTE



Busca en internet la historia del mexicano Guillermo González Camarena, inventor de la televisión a color. Esta es una gran aportación de México para todo el mundo.

#### #DATO



El primer satélite que se puso en órbita alrededor de la Tierra fue el Sputnik 1. Se lanzó el 4 de octubre de 1957. Después de este éxito, el 3 de noviembre del mismo año fue lanzado el segundo satélite artificial llamado Sputnik 2, el cual transportó por primera vez material biológico: la primera "perro astronauta" llamada Laika, que murió en órbita unas cuantas horas después.

#### #ALGUIEN COMO YO



Marie Curie fue una de las científicas más sobresalientes en el mundo de la física y la química. En 1903 descubrió los elementos químicos radio y polonio. Es la única mujer que ha ganado dos premios Nobel. Murió el 4 de julio de 1934 como consecuencia de su exposición a la radiación por sus trabajos con el radio. En la época de Curie se desconocía que estas emisiones producen cáncer. Hoy se sabe que la exposición a ciertas cantidades de radiación puede ser nociva para la salud; sin embargo, en condiciones controladas el radio también puede ser utilizado en tratamientos contra el cáncer.

## #FUENTE



Consulta en internet sobre la evolución de los medios de transporte terrestre marítimo y aéreo. Al emplear estas palabras como términos de búsqueda encontraras información escrita y videos que ampliarán tus conocimientos

#### 4. Construye una línea del tiempo con los principales momentos en la evolución de la tecnología.

- Señala sus características y algunos de los científicos y los investigadores que aportaron sus ideas.
- Consulta en textos o en internet e incluye al menos un científico, además de los aquí mencionados, para cada momento.

## Transporte

#### 5. Forma equipo con dos o tres compañeros e imaginen cómo serán los medios de transporte en el futuro.

- Hagan un dibujo del transporte en el futuro.
- Expliquen cómo influye la tecnología en el futuro que imaginan.

Desde siempre el ser humano ha tenido necesidad de moverse para conseguir alimentos, trasladar objetos, buscar climas diferentes, etc.; en general, para mejorar sus condiciones de vida. El transporte implica el traslado de objetos, animales o personas en un vehículo, que a su vez emplea determinada infraestructura para poder moverse. Los avances tecnológicos que se han producido a partir de la Primera Revolución Industrial han repercutido para que el transporte sea más rápido, tenga mayor capacidad, presente más seguridad y, en general, su costo se reduzca. Por ahora, el transporte puede desplazarse en tierra, agua y aire.

### Transporte terrestre

Algunos investigadores estiman que la rueda se inventó aproximadamente de 5 000 a 6 000 años a. n. e. y rápidamente fue incorporada a carruajes para mover objetos, alimentos e incluso personas. Para facilitar los traslados, el ser humano incorporó el auxilio de animales que con el tiempo se volvieron imprescindibles para el transporte. Al mismo tiempo que se incrementó el empleo de carruajes tirados por animales, se construyeron caminos, pues resultaba más fácil tirar por estas vías. De alguna manera se desplegaron conocimientos prácticos de fuerzas y sus efectos. Durante siglos, carruajes y caminos se fueron mejorando hasta que en el siglo XIX se construyeron locomotoras de vapor que aprovecharon la transformación de calor en energía mecánica, como se estudió en apartados anteriores. Posteriormente, con el perfeccionamiento de las máquinas de vapor, se inició el diseño y la construcción de transportes pequeños para pocas personas.

A partir de este momento, el transporte terrestre impulsado por motores se dividió para dar paso a trenes de alta velocidad que alcanzan hasta 260 km/h y automóviles que logran velocidades similares. De manera colateral, conforme trenes y autos fueron evolucionando, las vías férreas y las carreteras también fueron mejorando. Actualmente se considera a estas vías de comunicación como un indicador del nivel de desarrollo de una comunidad. Con la difusión del empleo de la electricidad, se incorporó esta forma de energía a los trenes. A fines del siglo XIX se construyen los primeros prototipos experimentales y a partir de los modelos sencillos se desarrolló el tranvía eléctrico, el trolebús y los metros o subterráneos. Actualmente hay un tren subterráneo (de servicios ferroviarios, Eurostar) que viaja entre París y Londres.

Parte de su trayecto pasa por debajo del Canal de la Mancha a través del Eurotúnel, en un trayecto que dura dos horas con 16 minutos. Este tren viaja a 300 km/h (figura 16.2); ¿te gustaría viajar en él?



**Figura 16.2** El tren Eurostar hace la mayor parte de su trayecto de manera subterránea pasando por debajo del Canal de la Mancha.

## Transporte marítimo

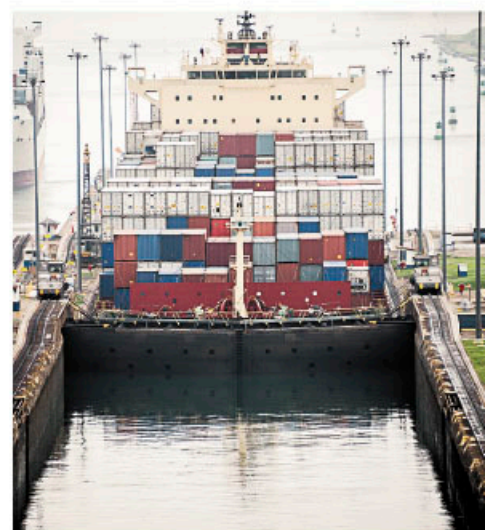
Parece ser que en la misma época en que el ser humano inventó la rueda, se inició la construcción de las primeras embarcaciones. En un principio fueron sencillas y con posibilidades de trayectos cortos, pero paulatinamente se mejoraron las técnicas y se diversificó el empleo de materiales, lo que propició el aumento en la capacidad de carga y la posibilidad de recorrer distancias mayores. Actualmente, este medio de transporte se ha perfeccionado a tal grado que es el modo más utilizado para el comercio internacional. Sus características—gran capacidad, posibilidad de traslado internacional, flexibilidad y versatilidad para elegir su tipo y tamaño en función de la carga— lo hacen idóneo para trasladar productos y mercancías en todo el mundo (figura 16.3). Aunque si bien este medio de transporte es el preferido para el comercio, no lo es para el traslado de personas. Por la duración de los trayectos, el ser humano prefiere el transporte aéreo en general (excepción de travesías cortas entre islas o a orillas de ríos, o bien en cruceros turísticos).

A fines del siglo xx se construyeron los primeros submarinos impulsados por vapor, posteriormente su fuente de energía fue la electricidad y actualmente se prefiere el uso de la energía nuclear; estos vehículos pueden navegar sobre y debajo del agua. Para su funcionamiento emplean el principio de Arquímedes. Cuentan con bombas que pueden expeler el agua de sus depósitos y modificar la fuerza neta que actúa sobre el submarino de tal forma que flotan al desalojar agua, pero se hunden al permitir su ingreso. Los submarinos han sido empleados principalmente para actividades militares.

## Transporte aéreo

A diferencia de las anteriores, esta forma de transporte se inició pensando exclusivamente en el traslado de personas. En los primeros vuelos, a finales del siglo xx, se emplearon globos que podían elevarse gracias al principio de Arquímedes, pues eran llenados con gases más ligeros que el aire para lograr su ascenso.

Durante la Primera Guerra Mundial se construyeron grandes globos llamados *dirigibles*, porque se podían dirigir u orientar con motores eléctricos (figura 16.4). Quizá el más conocido es el Hindenburg, famoso por el incendio del hidrógeno que se usaba para su flotación. Actualmente esta forma de transporte prácticamente no se usa; sin embargo, tiene utilidad práctica para elevar equipos de medición o de transmisión de señal de TV en partidos de fútbol y para valorar situaciones climáticas (globos meteorológicos).



**Figura 16.3** Barco de carga con muchos contenedores, que pasa por el canal de Panamá

### #DATO

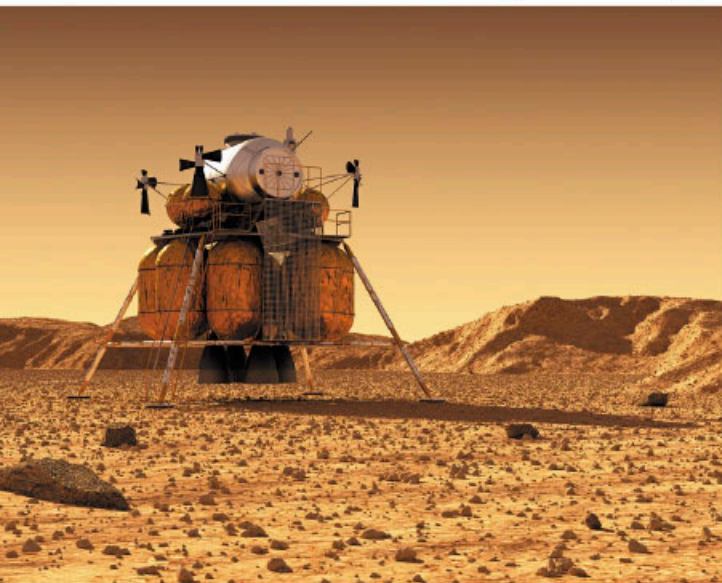
Un contenedor es un recipiente de carga para transporte marítimo, terrestre o multimodal. Se fabrican de acuerdo con normas internacionales. Sus medidas aproximadas son ancho: 2.50 m; alto: 2.60 m a 2.90 m; y largo: 6.10 m a 12.19 m. Un barco puede llevar hasta 11 000 contenedores para un total de 170 000 toneladas de carga.

**Figura 16.4** Dirigible. El globo es de grandes dimensiones y en la parte inferior se ubica la cabina para el piloto y los pasajeros.



**Figura 16.5.** Actualmente se emplean drones para observar zonas de interés.

El transporte aéreo no solo incluye globos y aviones. Con los avances tecnológicos se han construido helicópteros: vehículos de menor tamaño y de movimientos más versátiles. Se les clasifica como aeronaves de alas giratorias a diferencia de los aviones cuyas alas son fijas. Además de su uso comercial y militar, actualmente también son empleados en una escala miniatura y a control remoto para sobrevolar áreas de interés. Técnicamente reciben el nombre de *vehículos aéreos no tripulados*, llamados en general *drones* (figura 16.5).



**Figura 16.6** Marte se ha estudiado a través del programa de sondas Viking.

El desarrollo del transporte aéreo ha sido espectacular en las últimas décadas, pues ahora es posible incursionar fuera de la atmósfera terrestre. Por un lado, hay gran cantidad de satélites no tripulados que orbitan nuestro planeta y que, gracias a los instrumentos que transportan, es posible el gran adelanto de las telecomunicaciones actuales. Por otro lado, hay satélites tripulados con fines principalmente de investigación.

También con grandes avances tecnológicos se encuentran las sondas espaciales que viajan más allá de la Tierra (figura 16.6), como Voyager 2, que voló por las cercanías de Júpiter, Saturno, Urano y Plutón, y las naves espaciales como el Apolo 11, que en 1969 llevó al ser humano a la Luna.

Cabe hacer mención que actualmente los científicos e investigadores trabajan con ideas de física cuántica para estudiar seriamente la posibilidad de la teletransportación. Con

lo rápido que se han introducido avances tecnológicos en el transporte, quizá tú o tus hijos puedan teletransportarse algún día.

### 6. Reúnete con un compañero y lleven a cabo lo siguiente.

- Para valorar la importancia de los avances tecnológicos en los medios de transporte, de acuerdo con la dinámica que indique tu profesor, elijan un producto que empleen en tu comunidad. Investiguen dónde se fabrica y la ruta de transporte que sigue desde su origen hasta llegar a sus manos.
- Identifiquen el medio de transporte que se emplea en cada tramo de la ruta.
- Calculen a grandes rasgos cuánto tiempo tardaría en llegar si su traslado fuera a inicios del siglo XIX.
- Estimen cuánto tiempo tarda en su recorrido en la época actual.

- Identifiquen seis conceptos revisados a lo largo de este curso que hayan intervenido en avances tecnológicos.
- Construyan una tabla en sus cuadernos que contenga dos columnas: una para el avance tecnológico y otra para el concepto de física que intervino en él.
- Al finalizar, compartan sus respuestas con el grupo.

## Telecomunicaciones

### 7. Entrevista a alguna persona conocida que se comuniquen por teléfono o videoconferencia con seres queridos que viven en otra ciudad o país (una mamá con sus hijos, un abuelito con sus nietos, una hermana, etcétera).

- Pide que te hablen sobre cómo influye la tecnología en la relación con aquellos seres queridos que están lejos.

La comunicación consiste en intercambiar información entre dos o más personas. La telecomunicación hace que este intercambio suceda a distancia. Aunque desde tiempos ancestrales existía, por ejemplo, mediante señales de humo o con antorchas, actualmente se da el nombre de telecomunicaciones a las formas de transmitir información propuestas con los avances tecnológicos surgidos a partir del siglo XIX.

A fines del siglo XX, el estadounidense Samuel Morse emplea electroimanes para hacer que un lapicero trazara marcas sobre un papel. Con esta idea construyó la clave Morse que vincula marcas con letras. Durante la Guerra de Secesión (1861-1865) se tendieron cerca de 120 000 km de líneas telegráficas en Estados Unidos de América. En la década de 1880, con las aportaciones de Heinrich Rudolph Hertz, se propuso la telegrafía sin hilos basada en la radiocomunicación, aplicación que se fundamentó en ondas electromagnéticas y que se empleó ampliamente con fines militares.

De manera más o menos simultánea, Alexander Graham Bell patentó un sistema telefónico, que en un principio no fue de interés porque el telégrafo tenía mucho poder como forma de telecomunicación. Sin embargo, algunos años después, las claras ventajas de la telefonía sobre la telegrafía favorecieron que esta cayera en desuso.

Aunque la telefonía fue muy utilizada por la sociedad en general, tenía el relativo inconveniente de ser fija. Por eso, para cuestiones de seguridad o militares, eran preferidas las radiocomunicaciones.

Fue hasta la década de 1980 que la telefonía móvil se hizo accesible al público en general. En su primera generación (1G) los aparatos eran relativamente grandes (figura 16.7). En la década de 1990 nació la segunda generación (2G), su característica fue la digitalización de las comunicaciones que ofreció una mejor calidad de voz, aumentó el nivel de seguridad y se redujeron los costos de fabricación, lo que puso los teléfonos móviles al alcance de más personas. Con estos avances, el mercado empezó a requerir de servicios multimedia y aumento en la capacidad para transferir datos del sistema. Los incrementos en la tecnología 2G dieron origen a la 2.5 G que incluyó una mejora en el servicio de mensajería.

Fue posible el envío de melodías, iconos y videos (con una duración máxima de 15 segundos). Nació entonces la tercera generación (3G) que ofreció la conexión a internet, videoconferencia, televisión y descarga de archivos.

La cuarta generación (4G) perfeccionó los servicios anteriores, lo que permitió, entre otras cosas, la recepción de televisión de alta definición.

La quinta generación (5G) tuvo principalmente un incremento en la velocidad de conexión.



### #REFLEXIONA

El GPS actualmente es utilizado por muchas aplicaciones de teléfonos celulares como juegos, redes sociales o aplicaciones de navegación. Si bien es muy útil para poderse ubicar, también permite que algunas aplicaciones te localicen sin que tú seas consciente de ello. Tómate un tiempo para decidir cuándo y a qué aplicaciones les permites utilizar tu ubicación. Por otro lado, ¿crees que el trabajo de Galileo Galilei hubiera sido igual si hubiera tenido un radar de pistola para medir las velocidades de las bolas de bronce que hizo caer por rampas?

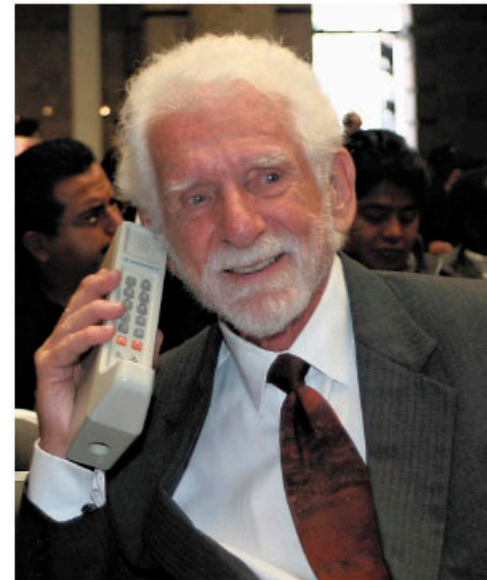


Figura 16.7 Teléfono móvil 1G



## #TIC TAC



La física es indispensable en la producción de muchos productos que utilizas en el hogar; por ejemplo, puedes aprender sobre la fabricación de balones en [redir.mx/SSPCF2-208a](http://redir.mx/SSPCF2-208a).

Dentro de las telecomunicaciones hay otros dispositivos imprescindibles en la actualidad, por ejemplo, el módem y las antenas. El módem permite la comunicación entre computadoras a través de la línea telefónica o de cable. Gracias a esta conexión es posible hacer cosas como pago de servicios en casa (teléfono, predio, colegiaturas, gas, etc.), llevar a cabo trámites con instituciones gubernamentales (citas para servicios médicos o declarar impuestos) y comunicarnos con familiares, compañeros de trabajo y amigos en lugares muy remotos a través del correo electrónico y videoconferencias, entre otros.

Las antenas son dispositivos que se encargan de emitir o recibir ondas electromagnéticas. Gracias a ellas es posible la comunicación a través de los teléfonos móviles, así como la emisión y recepción de la radio en general. Dependiendo de las características de cada sistema se puede elegir el tipo de antena. Un avance tecnológico muy interesante que ha sido posible gracias a las antenas es el GPS (Global Position System); este sistema permite determinar la posición de un objeto o persona en cualquier parte de la Tierra con una precisión de centímetros.

Para determinar una posición se emite en ella una señal que es recibida por la antena de tres satélites de telecomunicaciones que orbitan nuestro planeta (figura 16.8). Mediante un sistema que vincula la distancia de cada satélite al objeto y las coordenadas (posición) de cada satélite, se obtiene la ubicación del objeto que emite la señal. En un inicio, el GPS se utilizó con fines militares; ahora su uso se ha extendido y abaratado, incluso los teléfonos móviles cuentan con uno.



**Figura 16.8** Los satélites de telecomunicación portan antenas para emitir y recibir ondas electromagnéticas.

De alguna manera las telecomunicaciones descritas anteriormente han originado el internet; sin duda, el avance tecnológico de mayor influencia en la sociedad actual. Este desarrollo ha cambiado radicalmente la forma en que nos comunicamos; consiste en un conjunto de redes de comunicación interconectadas entre sí. Uno de los servicios que estas redes proporcionan es la *World Wide Web* (www), que es un conjunto de protocolos que permite la consulta remota de archivos de forma sencilla. La www es un desarrollo posterior al internet y emplea a este como su medio de transmisión. Entre otros servicios que utilizan internet se encuentran el correo electrónico, las conversaciones en línea, videoconferencias, la televisión y los juegos en línea, entre otros.

## 8. Forma equipo con dos o tres compañeros.

- ❏ Comenten la pregunta y escriban sus ideas en el cuaderno de trabajo.
  - a) ¿Cómo han cambiado las actividades en la escuela con los avances tecnológicos en telecomunicaciones?
- ❏ Algunos aspectos que pueden considerar en su reflexión son trabajos extraclase, formas de buscar información y maneras de presentar trabajos.
- ❏ Después de registrar sus ideas en el cuaderno, el profesor indicará la dinámica para compartir sus aportaciones con el resto del grupo.

## Industria

La industria es el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar materias primas en productos elaborados. Hay diferentes tipos de industria dependiendo del producto que fabrican; por ejemplo, alimenticia, de construcción, automotriz, eléctrica, textil, agropecuaria y aeronáutica. La industria ha existido desde los orígenes del ser humano, pues este ha tenido la necesidad de transformar los elementos de la naturaleza para obtener beneficio de ellos; pero fue hacia los siglos XVIII y XIX, con la Primera Revolución Industrial, que se presentaron grandes cambios y transformaciones en sus procesos y actividades. La introducción de máquinas de vapor y eléctricas redujo el tiempo de trabajo para obtener un producto, se dio inicio a la estandarización e intercambio de piezas, la producción se incrementó y se redujeron los costos de tal manera que más personas pudieron tener acceso a mayor número de productos.

Conforme la tecnología fue avanzando, la maquinaria se fue especializando y refinando en función de las características de los diversos productos; por ejemplo, se automatizó el envasado de líquidos (figura 16.9) o la elaboración de productos alimenticios (figura 16.10). Pero sin duda las aplicaciones más recientes que incluyen el empleo de robots han introducido los cambios más drásticos.

Un robot industrial es un manipulador que se controla automáticamente y que se puede reprogramar. Como su función es precisamente manipular componentes, en general se les construye de manera semejante a un brazo. La incorporación de la robótica ha generado oportunidades para la automatización industrial. El uso de robots aporta flexibilidad, seguridad y protección a los operadores frente a ambientes hostiles y labores peligrosas; además, pueden hacer trabajos sin pérdida de producto por errores o fatiga y hacer tareas repetitivas con eficiencia y elevada producción. Dentro de sus aplicaciones se encuentran soldadura, fundición, manipulación de moldes, forja, estampado, aplicación de adhesivos, pulido y pintura, entre otros (figuras 16.11, 16.12).

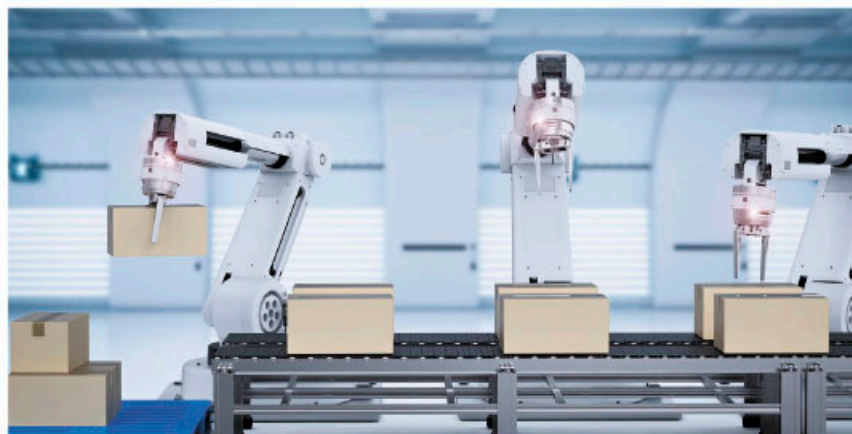


Figura 16.9 Industria refresquera



Figura 16.10 Producción de alimentos a gran escala



Figura 16.11 Procesamiento de componentes electrónicos

Figura 16.12 Manipulación de cajas de cartón con producto

9. **Comenta con tus compañeros de equipo la respuesta para las siguientes preguntas. Escriban sus ideas en sus cuadernos de trabajo.**

- a) ¿Qué ventajas y desventajas tiene el uso de robots en la industria?
  - b) ¿Qué impacto social puede tener el empleo de robots en la industria?
- Comparte tus ideas con el resto del grupo.

## Medición

10. **Revisa lo siguiente y responde la pregunta al final.**

• En muchos libros y artículos se citan datos como...

- la Luna se encuentra a 384 400 km de la Tierra.
  - la Tierra se encuentra a 149.6 millones de kilómetros del Sol.
- a) ¿Cómo piensas que midieron esas distancias tan grandes?

Una medición consiste en comparar la cantidad desconocida que queremos determinar con otra cantidad de la misma magnitud, que se elige como unidad. El desarrollo de la tecnología no podría ser posible sin buenas mediciones.

El detalle con el que actualmente se llevan a cabo infinidad de procesos requiere de información precisa y confiable. Para medir, siempre es necesario emplear algún instrumento. A continuación se describen brevemente algunos que son especialmente interesantes y cuya complejidad es resultado de los avances tecnológicos.

- **Telémetro láser.** Con este instrumento se apunta hacia el objeto cuya distancia se desea medir y se emite un pulso láser. El instrumento registra el tiempo que tarda el pulso en llegar al objeto y retornar. A partir de ese tiempo y conociendo la velocidad a la que viaja el pulso láser (300 000 m/s, velocidad de las ondas electromagnéticas), se estima la distancia. Estos instrumentos se emplean en la construcción (figura 16.13) y para medir la distancia de la Tierra a la Luna. Curiosamente varios observatorios hacen esta medición todos los días (figura 16.14).



Figura 16.13 Telémetro láser empleado en construcción

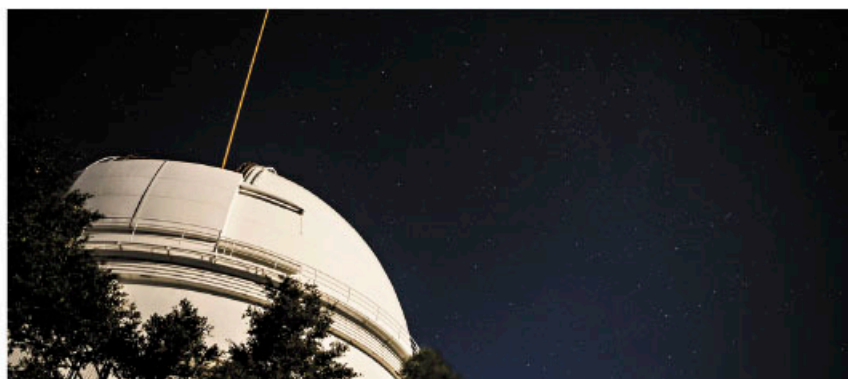


Figura 16.14 A diario se mide la distancia de la Tierra a la Luna.



Figura 16.15 Odómetro o contador de kilometraje para autos

- **Odómetro.** Consiste en una rueda adosada a un engrane calibrado. Al medir la cantidad de vueltas, el dispositivo hace de manera automática una operación matemática que multiplica el diámetro de la rueda por el número de revoluciones, con lo que se estima la distancia. Entre los más conocidos están los ubicados en los tableros de autos (figura 16.15).
- **Radar de pistola para medir la velocidad.** Es un dispositivo de tamaño reducido que emplea el efecto Doppler (cambio de la frecuencia en el sonido que emite un objeto en movimiento) para detectar la velocidad de objetos que se mueven; por ejemplo, automóviles y camiones con el propósito de controlar el tránsito.
- **Pirómetro.** Es un instrumento para medir temperatura sin necesidad de estar en contacto con los cuerpos.

Su funcionamiento se basa en la emisión de radiación infrarroja que desprenden los objetos a altas temperaturas. Estos dispositivos se emplean para medir temperaturas elevadas. En las últimas décadas se encuentran termómetros sin contacto (llamados *pirómetros*) para medir la temperatura corporal al alcance del público (figura 16.16).

- **Glucómetro.** Mide la concentración de glucosa en la sangre. Su funcionamiento implica la convergencia de la química y la física. Es un instrumento de gran ayuda para mantener la salud de quienes padecen diabetes (figura 16.17).

### 11. Analiza los instrumentos de medición cercanos a ti.



**Figura 16.16** Termómetro sin contacto para personas

**Figura 16.17** Glucómetro

- **Elabora una lista de los instrumentos que usas en casa y en tu escuela.**
- **Forma equipo con dos o tres compañeros. Elige uno de ellos e investiga su funcionamiento.**
- **Indaga cómo ha evolucionado en la historia.**
- **De acuerdo con la dinámica que indique tu profesor, comparte los resultados de tu investigación con el resto del grupo.**

Nota: si hay algún instrumento que llame tu atención, pero que no forma parte de tu entorno cotidiano, también puedes investigarlo.

## ➔ MIS NUEVOS CONOCIMIENTOS

### 12. Escribe dentro del paréntesis la actividad a la que corresponde cada uno de los avances tecnológicos.

Actividad	Avances tecnológicos
1. Transporte	( ) Módem
2. Telecomunicaciones	( ) Radar de pistola
3. Industria	( ) Brazo robótico
4. Mediciones	( ) www
	( ) Satélite de telecomunicaciones
	( ) Antena
	( ) Odómetro
	( ) Sonda espacial
	( ) Dron
	( ) GPS

### 13. Forma equipo con dos compañeros. Concursen entre sí para ver quién puede identificar más avances tecnológicos en la casa de la figura 16.18.

### 14. Intercambien ideas acerca de cómo han influido los cambios tecnológicos en la sociedad; después, elaboren un resumen para recuperar las ideas principales.



**Figura 16.18** Ejemplo de una casa actual

En este apartado obtendrás el apoyo necesario para llevar a cabo proyectos, es decir, una intervención deliberada y planeada que pretende generar cambios favorables en una situación específica. Los proyectos pueden ser de tres tipos.

- **Científicos.** Incluyen actividades científicas, como describir, explicar y predecir fenómenos o procesos naturales que ocurren en el entorno. Los proyectos se trabajan como lo hacen los científicos del área de ciencias naturales.
- **Tecnológicos.** Mediante el empleo de materiales y herramientas se diseñan y construyen dispositivos, al mismo tiempo que se describen sus características, funcionamiento y utilidad.
- **Ciudadanos.** Implican actividades para valorar de manera crítica las relaciones entre ciencia y sociedad, favorecen la interacción con otras personas para participar en situaciones del entorno.

A continuación se esboza un proyecto de cada tipo, pero se trata claramente de una **propuesta**. Si alguno te interesa, puedes desarrollarlo del todo; si no es así, puedes elegir otro de acuerdo con tus intereses e inquietudes. La intención es que apliques los aprendizajes logrados hasta ahora para que hagas sugerencias acerca de situaciones y problemáticas de tu entorno. Tu profesor te puede orientar al respecto.

### Proyecto ciudadano: teléfonos celulares en la vida cotidiana

Los teléfonos celulares han modificado la forma en que nos comunicamos. Ahora nos mandamos mensajes, fotografías, imágenes, videos y audios. Podemos conversar con una o varias personas e interactuar a través de redes sociales. Y, aunque su principal función es la telecomunicación, cada vez se integran a los teléfonos móviles más y más funciones. Ahora cuentan con cámara fotográfica, cronómetro, calculadora, luz, alarmas, música, videos, televisión, juegos, y muchas posibilidades más, como convertirse en radares para medir la velocidad de objetos en movimiento. Su acceso a internet hace de ellos una herramienta muy poderosa que pone a nuestro alcance información, trámites, servicios y contactos de todo el mundo. Con su gran versatilidad, pequeñas dimensiones y relativamente bajo costo, más de 70% de los mexicanos tienen teléfono celular, ¿cómo influye el empleo de este dispositivo en la vida cotidiana?



Figura 1 Reunión de amigos

## PLANEACIÓN

Analiza tu entorno e identifica cuántos de tus amigos y familiares tienen teléfono celular. Con base en tu experiencia reflexiona para qué lo emplean.

- Plantea una pregunta o problema. Dependiendo de tus intereses es posible plantear varias cuestiones; algunas pueden ser: ¿para qué se usa principalmente el teléfono móvil?, ¿quiénes usan más el teléfono celular?, ¿es necesario emplearlo para tener aceptación en mi entorno?, ¿cómo era el servicio telefónico hace quince o veinte años?, ¿por qué han cambiado los precios de la telefonía móvil?
- Redacta el propósito específico de tu proyecto. Debe estar relacionado con la pregunta o los problemas que hayas planteado antes; por ejemplo, si tu pregunta es "¿qué ha cambiado en mi familia a partir de tener teléfono móvil?", un propósito puede ser contrastar las relaciones entre tu familia antes de tener teléfono celular, respecto a ahora que tienen un grupo para chatear e intercambiar comentarios y acontecimientos.
- Elabora una lista de las actividades a desarrollar y construye un calendario. Considera un tiempo de trabajo de dos a tres semanas. Durante el análisis de cada actividad puedes estimar el tiempo que requieres y ajustar la duración total de tu proyecto. La sugerencia es que mínimo se trate de proyectos de dos semanas, pero no es recomendable extenderse mucho (de dos a tres semanas es un buen tiempo).
- Este es un momento muy importante porque desde aquí decides la ruta que seguirá tu proyecto. Para este caso, una revisión de información relevante acerca del uso de teléfonos te dará una idea de los hallazgos que otros han hecho respecto a tu interrogante. Por la temática, también es importante que entrevistes a usuarios de teléfonos móviles; esto implica que elabores un cuestionario. Tus preguntas pueden ser de respuesta abierta (por ejemplo, ¿para qué empleas tu teléfono móvil?), o de respuesta cerrada; por ejemplo: empleas tu teléfono móvil para: a) hablar por teléfono, b) participar en redes sociales, c) mandar mensajes a tus amigos, d) ver videos, e) revisar tu correo electrónico, o f) jugar. Después debes analizar las respuestas y construir explicaciones.
- Un ejemplo de calendarización de actividades puede ser el siguiente.

Actividades		Semanas (2 días de clase con 3 h por día)						Responsable
		1		2		3		
		Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	
Planeación								Equipo
Desarrollo	Buscar información							Cada integrante
	Elaborar cuestionario							Equipo
	Hacer entrevistas							Cada integrante
	Analizar respuestas							Equipo
	Construir explicaciones							Equipo
	Preparar comunicación							Equipo
	Comunicación							
Evaluación								Equipo

- Define los recursos que necesitas y la forma de obtenerlos. Por ejemplo, puedes emplear grabación de audio si usas un cuestionario con respuesta abierta, o fotocopias para uno de respuesta cerrada; también puedes perfilar lo que necesites para tu comunicación, puedes hacer un cartel o una presentación en computadora.

## DESARROLLO

Haz una búsqueda de información en revistas, periódicos e internet. Intercambia ideas acerca de los hallazgos que contribuyan a la pregunta o el problema planteado. Decide qué temas se abordarán en la entrevista y construye el cuestionario correspondiente. Decide las características y tamaño de tu muestra, es decir, a quiénes piensan entrevistar (adultos, jóvenes, mujeres, hombres, etc.) y a cuántas personas entrevistarán. Después haz la entrevista, analiza los resultados y construye la respuesta al problema o pregunta.

## COMUNICACIÓN

Comparte tus hallazgos con el resto del grupo. Intercambia ideas con ellos. Plantea alguna pregunta del cuestionario al grupo y pide que alguien conteste para que pueda verse reflejado en tus conclusiones.

## EVALUACIÓN

Valoren los logros y los retos alcanzados; identifiquen las dificultades que se presentaron. En equipo, consideren dos momentos: uno de autoevaluación en el que cada integrante reflexione acerca de su propio desempeño en aspectos como compromiso, colaboración y respeto; y otro de coevaluación, en el que cada integrante del equipo valore el desempeño de sus compañeros.

## Proyecto científico: medición de distancias de objetos fuera de la Tierra

El estudio de lo que sucede en el Universo no tendría sentido si el ser humano no tuviera idea de qué tan lejano está lo que ocurre en él. Sin la estimación de la distancia de la Tierra a las galaxias, no hubiera sido posible que Edwin Hubble identificara que el Universo se expande. Medir estas longitudes es imprescindible en la astronomía y el hombre ha ideado métodos para hacer estas mediciones indirectas. Entonces, ¿cómo se miden las distancias fuera de la Tierra?

## PLANEACIÓN

Recupera ideas de los contenidos de esta secuencia. Comenta con tus compañeros qué dificultades crees que se presentan para medir las distancias fuera de la Tierra. Si conoces alguna forma de hacer estas mediciones compártela.

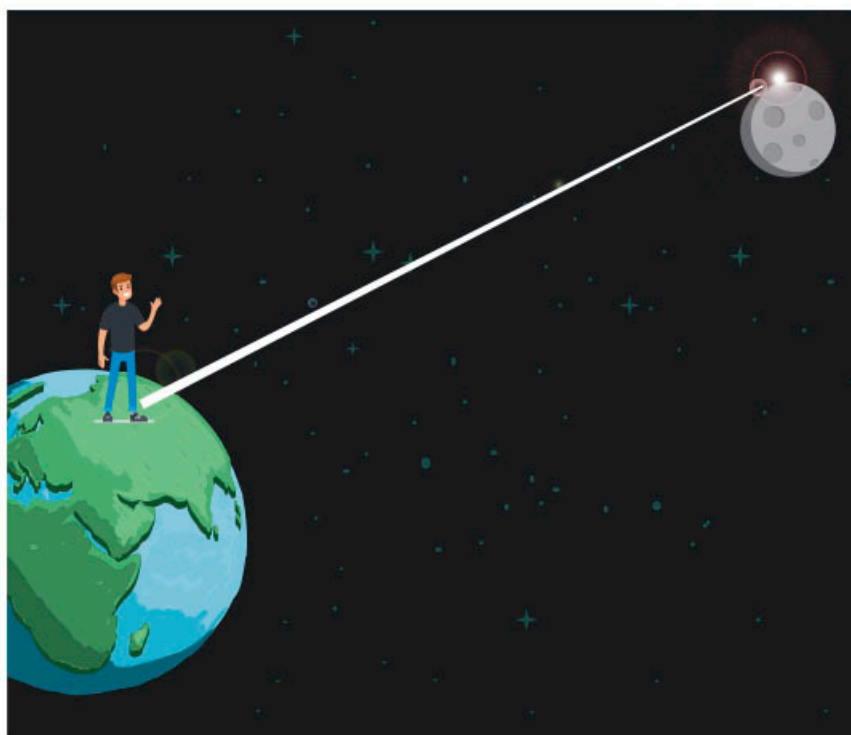
- Plantea una pregunta o problema; por ejemplo, ¿qué formas existen para medir las distancias fuera de la Tierra?, ¿quiénes y cuándo las han empleado?, ¿qué distancias se han medido?, ¿para qué han servido estas mediciones?
- Redacta el propósito específico de tu proyecto; por ejemplo, identificar procedimientos de medición de distancias fuera de la Tierra a lo largo de la historia.
- Elabora una lista de las actividades a desarrollar y construye un calendario.
- Considera un tiempo de trabajo de dos a tres semanas. Revisa el ejemplo del proyecto anterior.

- En esta ocasión seguramente el método de indagación no será una entrevista. La mejor alternativa es una investigación documental en libros, periódicos e internet. Si lo consideran viable incluyan consultar a un experto, quizá algún integrante del equipo tenga un familiar, un conocido o acceso a alguien que sepa del tema.
- Define los recursos que necesitan y la forma de obtenerlos.

## DESARROLLO

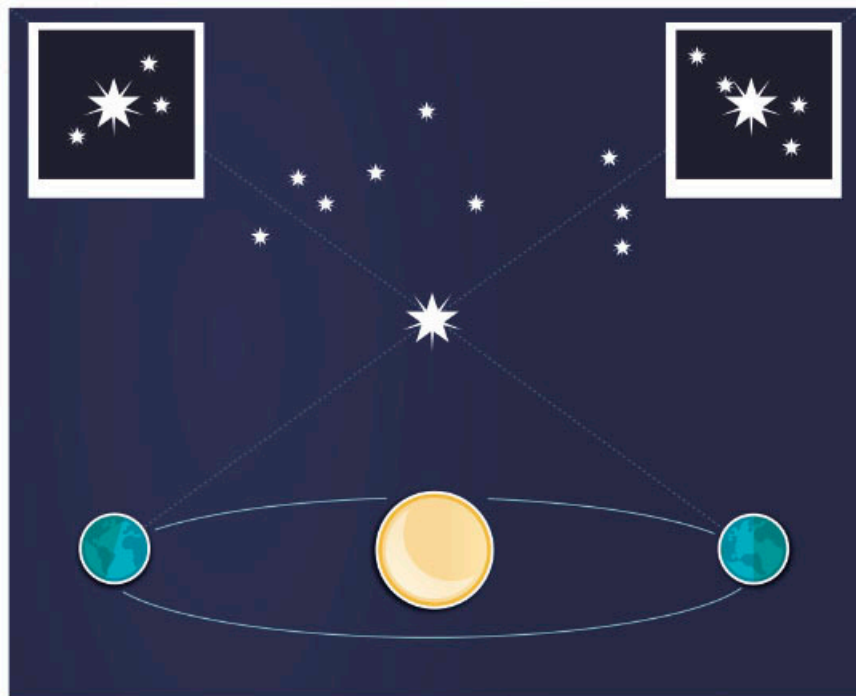
Para tu investigación documental pueden incluir algunos de los aspectos siguientes.

- Cómo y cuándo se iniciaron estas mediciones (Aristarco de Samos, Eratóstenes, por ejemplo).
- Relacionar los conceptos *error*, *precisión* y *exactitud* con los métodos revisados.
- Los recursos materiales y matemáticos disponibles en cada caso.
- Las unidades empleadas y su pertinencia. Conveniencia de emplear unidad astronómica y año luz.
- Métodos para medir distancias. Comenten si hay diferencia para medir la distancia de objetos del Sistema Solar que son relativamente cercanos (**figura 2**) respecto de objetos que están afuera y relativamente lejanos. Describan algunos métodos como...
  - » paralaje trigonométrico (**figura 3**, p. 216),
  - » de eco luminoso,
  - » binarias,
  - » cefeidas,
  - » supernovas,
  - » ley de Hubble.
- Ventajas/desventajas del empleo de cada método.
- Instrumentos disponibles.



**Figura 2** Medición de la distancia de la Tierra a la Luna mediante rayo láser





**Figura 3** Empleo de matemáticas para calcular la distancia

## COMUNICACIÓN

Construye un esquema o elabora una presentación del método de medición que hayan revisado. Comenten su creatividad; por ejemplo, el procedimiento de Eratóstenes para estimar el diámetro de la Tierra es sencillo, pero muy brillante. Empleen ideas simples y matemática básica para estimar una magnitud que está totalmente fuera de nuestras distancias cotidianas.

## EVALUACIÓN

Valora tu desempeño y reflexiona acerca de lo que aprendieron, ¿qué calificación te merecen en una escala de 0 a 10?

Pide ahora a tus compañeros de equipo que te califiquen en la misma escala: ¿hay coincidencia?, ¿difieren las calificaciones? Identifiquen los aspectos que deben mejorar y los que ya hacen bien, así como aquellos que deben mantener y consolidar.

## Proyecto tecnológico: elabora un video de divulgación científica

A lo largo de este curso tuviste oportunidad de estudiar ideas, conceptos y experimentos de física en varios videos educativos. Muchos de ellos están hechos por estudiantes. Seguramente identificaste que hay unos mejor logrados que otros, y que la diferencia puede no estar asociada con el equipo de grabación sino con el cuidado con que fueron elaborados.

Actualmente no se requiere gran inversión en equipo para elaborar un video. Los teléfonos móviles tienen cámaras de calidad razonable e incluso hay varias aplicaciones para lograr efectos especiales. Si empleas estas cámaras con creatividad y atención, puedes lograr resultados excelentes.

Para lograr buenos resultados es imprescindible la preparación. Revisa y estudia cómo se sugiere elaborar videos y películas. El tema necesariamente debe ser alguno de los revisados en este curso; sin embargo, la forma de presentarlo queda totalmente abierta a tu ingenio.

Revisa otros videos o películas similares para que identifiques la forma en que otros abordan el tema que elegiste. Un detalle importante que atender es el tiempo: no debe ser muy corto para que permita abordar los conceptos de física, pero tampoco tan largo que pierda a la audiencia.

Si anteriormente construiste algún dispositivo en un proyecto tecnológico, ahora puedes emplearlo para inmortalizar tu obra.

En 2017 una joven de Filipinas ganó el premio Breakthrough Junior Challenge para jóvenes entre trece y 18 años. Este premio consiste en hacer un video que explique conceptos de matemáticas, ciencias de la vida diaria o física.

El ganador recibe una beca por 250 000 dólares, el profesor que lo apoyó y dirigió 50 000 dólares y su escuela 100 000 dólares para su laboratorio de ciencias.

Puedes buscar los ganadores de años pasados y revisar sus videos. Si deseas ver los premios que ganaron varios científicos en otras categorías en 2017, emplea un buscador de videos con el término de búsqueda: "Morgan Freeman Hosts the Breakthrough Prize".

## PLANEACIÓN

Para la elaboración de videos, la etapa de planeación es fundamental, pues implica que conozcas bien la idea, el concepto o el experimento físico que vas a presentar y que, por otro lado, tengas conocimientos básicos de cine para lograr buenas escenas.

1. **Plantea una pregunta o problema; por ejemplo, ¿cómo presentar en video, la idea, el concepto o el experimento elegido?**
2. **Redacta el propósito específico de tu proyecto. En este caso es elaborar un video acerca de la idea, el concepto y el experimento (a tu elección) con duración de determinados minutos.**
3. **Elabora una lista de las actividades a desarrollar y construye un calendario. Considera un tiempo de trabajo de dos a tres semanas. Revisa el ejemplo del primer proyecto descrito en este apartado; ahora será muy importante definir las actividades a cargo de cada integrante del equipo.**

De manera general, para tener un buen producto (video o película), se identifican tres momentos: preproducción (preparativos), producción (grabación de escenas del video), postproducción (edición, música, créditos).

- Define los recursos que necesitas y la forma de obtenerlos.





## DESARROLLO

Las actividades que harás en esta etapa pueden organizarse de acuerdo con los tres momentos antes descritos.

**Preproducción.** En esta etapa se hacen todos los preparativos. Puede incluir...

- forma de presentar; por ejemplo, puedes narrar una historia o elegir actores que desarrollen el contenido;
- estudia el tema, recuerda que debe ser algún contenido de este curso. Es muy importante que lo domines y que además consultes en otras fuentes para ampliar la información;
- descarga y estudia la aplicación que piensas utilizar para la edición. Hay aplicaciones que se pueden descargar de manera gratuita de internet. Identifica sus posibilidades. Puedes conectar tu teléfono móvil a la computadora para facilitar este proceso;

- escribe un guion o elabora un guion gráfico (*story board*, figura 4) en el que presentes el lugar de rodaje, los objetos que se han de utilizar, el tipo de toma. Para esta parte es conveniente que revises los planos y las tomas de cámara para tu *story board*. Revisa técnicas cinematográficas (figura 4);
- elige a los actores. Pueden ser los integrantes del mismo equipo o sus amigos y familiares;
- identifica los lugares en que grabarás. Haz todos los preparativos para que se encuentren en las condiciones que se requieren para la grabación;
- prueba el equipo;
- escoge trajes y maquillaje. Haz pruebas de luz con las personas ya con vestuario y maquillaje.

Story Board	Descripción de la escena	Audio (voz en off)
	Dos rampas con diferente altura, pero igual longitud; cada una tiene una pelota que se soltará desde el inicio de la rampa.	Antes de soltar las pelotas, ¿cuál tiene mayor energía potencial? ¿Y cinética?
	Ahora las pelotas ya llegaron al final de cada rampa.	Al llegar al final de cada rampa, ¿qué pelota tiene mayor energía cinética? ¿Y potencial?
	Ahora las rampas tienen la misma altura y longitud, pero una de las pelotas es visiblemente más grande que la otra.	¿Qué sucede con la energía cinética y la potencial con pelotas de diferente tamaño?
	Ahora las rampas tienen la misma altura, pero una rampa es visiblemente más larga que la otra.	¿Y si las rampas tienen la misma altura, pero diferente longitud?

**Figura 4** Hacer el *story board* es fundamental para una buena grabación.

**Producción.** En esta etapa se graban las escenas.

- Procura apegarte a las fechas.
- Organiza la grabación de escenas (figura 5). No es necesario grabarlas en el orden del guion. Procura optimizar los recursos.
- Repite la escena hasta que su grabación sea satisfactoria.

**Postproducción.** En esta etapa se detalla y socializa el trabajo. Puede incluir...

- Pasa a la computadora la grabación y edita, o emplea aplicaciones en tu celular y edita ahí mismo. Puedes descargar programas gratuitos que te ayudarán para esta actividad.
- Agrega efectos de sonido y música.
- Crea créditos y subtítulos. Incluye datos relacionados con tu escuela y el curso de Ciencias.
- Puedes hacer promoción. Quizá algunos volantes publicitarios entre los compañeros de tu grupo.



Con este proyecto puedes iniciar la videoteca de tu escuela o contribuir a ella si ya existe. Si los trabajos son de buena calidad pueden ser propuestos a la Secretaría de Educación Pública para su difusión.

## COMUNICACIÓN

Proyecta tu video al resto del grupo.

## EVALUACIÓN

Reflexiona acerca de los aprendizajes que lograste, las dificultades que se presentaron y la forma de resolverlas. Intercambia ideas con tus compañeros de equipo pero, sobre todo, atiende a las expresiones de tu público durante la proyección y a los aplausos que te brinden cuando concluya.

**Figura 5** La claqueta de cine permite identificar los datos de la escena que se está grabando. Facilita la edición de un material cinematográfico.

1. Lee los textos breves que se presentan. Su propósito es que emplees las ideas revisadas en esta unidad para explicar diferentes situaciones. Después, responde las preguntas planteadas para cada una.

## ¿Por qué Plutón ya no es un planeta?

Plutón se descubrió en 1930 y desde entonces su naturaleza enigmática ha confundido a los astrónomos. Su tamaño es mucho más pequeño que el del resto de los planetas del Sistema Solar, por lo que se cree que se originó por algún fenómeno del espacio y quedó atrapado por la gravedad del Sol. Su órbita alrededor del Sol tarda 248.4 años terrestres y su periodo de rotación es de 6 días, 9 horas y 17 minutos.

Todos los planetas orbitan al Sol en un plano relativamente plano, sin embargo, la órbita de Plutón tiene un ángulo de  $17^\circ$  respecto de este plano. Su trayectoria atraviesa la órbita de Neptuno y tiene cinco lunas: Caronte, Nix, Hidra, Cebrero y Estigia. Caronte es la mayor y tiene un tamaño que es casi la mitad de Plutón (figura 1) por lo que el centro de masa de estos dos cuerpos es el que orbita en torno al Sol; se cree que comparten atmósfera. Nix e Hidra son muy brillantes, aparentemente por la presencia de hielo. Estas características fueron observadas por primera vez con la sonda New Horizons que tardó 9.5 años para recorrer cerca de 4.8 millones de kilómetros hasta Plutón. La nave siguió hacia el espacio exterior.

En 2006, después de un largo debate, la Unión Astronómica Internacional estableció en la resolución 5A, que un planeta es un cuerpo celeste que a) orbita el Sol, b) tiene suficiente masa para mantener una figura redonda y c) ha limpiado su órbita de otros objetos de tamaño similar y no interfiere con la órbita de otros planetas. Sin embargo, la resolución 5A establece dos nuevas categorías para los objetos que orbitan al Sol: planetas enanos y cuerpos menores del Sistema Solar. De acuerdo con las características de estas nuevas categorías, Plutón, Ceres, Eris, Makemake y Haumea (objeto celeste más lejano que Plutón) son ahora considerados como planetas enanos.

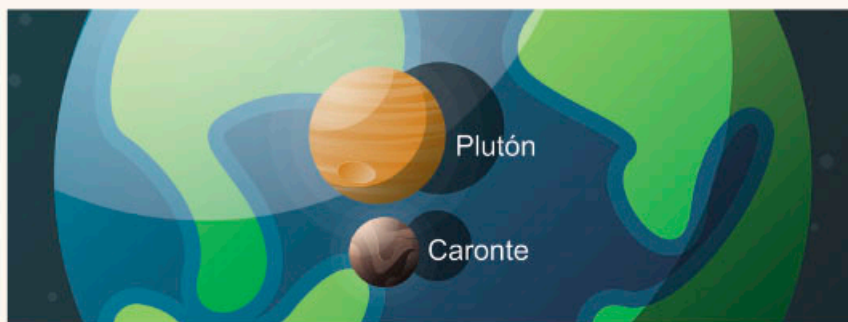


Figura 1 Comparación del tamaño de la Tierra con Plutón y Caronte

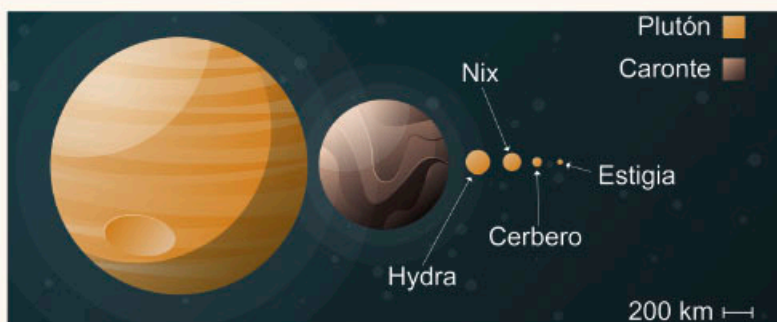


Figura 2 Tamaño de Plutón y sus lunas

a) Responde en tu cuaderno.

- ¿Cuál o cuáles de las características que debe tener un planeta, de acuerdo con la resolución 5A, no cumple Plutón? Observa la figura 2.
- ¿Cuánto dura un año en Plutón?

## Vida en el Universo

Si el Sol es una pequeña estrella en el brazo de una galaxia y existen millones de galaxias, es probable que exista vida en algún otro planeta fuera de nuestro Sistema Solar, en nuestra galaxia o en alguna otra. Se sabe que para que haya vida, al menos como la conocemos, es necesaria una temperatura templada y la existencia de agua líquida. Estas dos condiciones solo se pueden dar en la superficie de un planeta, ya que la de una estrella es demasiado caliente y el espacio es demasiado frío; además, en ninguno de los dos lugares puede existir el agua líquida.

En 1995 se observó por primera vez un exoplaneta (planeta fuera de nuestro Sistema Solar). Este planeta era grande, sin superficie sólida y estaba muy cerca de su estrella 51 Pegasi ya que su órbita duraba únicamente 4.2 días. Todos los exoplanetas detectados inicialmente fueron de gran masa y muy cercanos a su estrella, ya que la detección se hizo observando el pequeño cambio en el movimiento de la estrella (bamboleo) debido a la influencia gravitacional del planeta.

En 1999 se detectó un planeta al pasar frente a su estrella (transito), lo que produjo una pequeña disminución en la intensidad de luz de la estrella HD209458. En 2006 se detectó un planeta más parecido a la Tierra, con un diámetro 1.7 veces mayor y una masa ocho veces más grande. El problema es que este exoplaneta está muy cerca de su estrella y la temperatura superficial es de 2 300 °C, demasiado alta para que pueda haber agua líquida, y por lo tanto vida. La detección de exoplanetas fue muy difícil hasta que el satélite artificial Kepler se dedicó a observar planetas en tránsito frente a su estrella. Con los datos obtenidos por este satélite se han podido detectar cerca de 1 000 exoplanetas, lo que ha permitido inferir que la mayor parte de las estrellas los tienen.

Se estima estadísticamente, que una de cada cinco estrellas puede tener un exoplaneta similar a la Tierra, situado en zona habitable; esto es con temperatura templada y agua líquida, a lo que hay que añadir que debe de tener atmósfera. Aún no han sido detectados directamente. Debido a las grandes distancias que nos separan, queda descartado poder visitar estos planetas. Con la tecnología actual, por ejemplo, la radiación electromagnética que reflejan puede ser estudiada con un telescopio terrestre o en órbita ya que se supone que la vida debe alterar la composición química de la atmósfera y los espectroscopios pueden detectar los gases que se consideran indicadores de vida como el oxígeno molecular, el óxido nitroso y el metano.

- b)** A partir de lo estudiado en esta unidad y la lectura acerca de exoplanetas, proporciona argumentos a favor de que pueda haber vida similar a la que conocemos en otras partes del Universo.
- En la Antigüedad se consideraba a la Tierra como única. Con los conocimientos actuales, ¿podemos seguir pensando que es única en el Universo, en tamaño y características?
  - ¿Qué entiendes por la expresión "la radiación electromagnética que reflejan"?
  - ¿Qué información puede proporcionar esta radiación electromagnética?

### 2. Resuelve las siguientes cuestiones al intercambiar ideas con tus compañeros y escribe tu respuesta en el cuaderno de trabajo.

- a)** Explica cómo funciona una central hidroeléctrica.
- b)** El principio de conservación de la energía, ¿se aplica a la energía eléctrica? Explica.
- c)** Describe los efectos del funcionamiento de las centrales termoeléctricas.

- d) ¿En un parque eólico se genera corriente directa? Explica.
- e) Describe tres desventajas de utilizar energías no renovables.
- f) Proporciona tres ejemplos en los que se emplee la energía solar.

**3. Analiza los siguientes enunciados. Escribe dentro del paréntesis una V si consideras que son verdaderos, o una F si son falsos.**

- ( ) Una planta hidroeléctrica genera corriente alterna.
- ( ) Si se deposita una batería en agua o en el suelo, NO los contamina.
- ( ) Las energías renovables se regeneran naturalmente.
- ( ) Es poco práctico generar corriente directa a gran escala.
- ( ) Toda la energía que disponemos, con excepción de la nuclear, proviene del Sol.
- ( ) La corriente alterna que llega a nuestras casas cambia su sentido sesenta veces en un segundo.
- ( ) La generación de corriente eléctrica a gran escala se fundamenta en la ley de Faraday.
- ( ) En las baterías se genera corriente directa a partir de una reacción química.
- ( ) Es imposible obtener energía eléctrica a partir del movimiento de las olas del mar.
- ( ) El carbón y el petróleo proveen energía renovable.

**4. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.**

- a) El hecho de que la Tierra se mueve más rápidamente (o que el Sol, visto desde la Tierra, se desplaza con más rapidez sobre el fondo de las estrellas) en invierno que en verano (en el hemisferio norte) era bien conocido por los astrónomos mucho antes de Kepler. ¿Qué puede decirse, a partir de las leyes de Kepler, acerca de la distancia entre el Sol y la Tierra durante estas dos estaciones?
- b) Las representaciones del Sistema Solar para su estudio, en general, no corresponden a la proporción en dimensiones y distancias reales, ¿por qué?
- c) Más allá de Marte se encuentra el cinturón de asteroides que supuestamente es material de un planeta que no llegó a formarse. ¿Cuál es la distancia media entre dichos asteroides?
- d) El titular de un periódico anunciaba en primera plana: "¡Los planetas están cayendo hacia el Sol!". ¿Tenemos que alarmarnos? Explica.

**5. Busca información sobre las características del Sistema Solar (consulta la biblioteca escolar o internet) y completa la siguiente tabla.**

	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Neptuno
Distancia al Sol								
Atmósfera								
Satélites								
Temperatura								
Superficie								
Duración día								
Duración año								

## Autoevaluación

- Reflexiona acerca de tu desempeño durante esta unidad. Con un marcatextos, sombrea la casilla que corresponde a tu desempeño.

Respuestas	Actividades Experimentales	Datos, Tic Tac y Fuentes	Mis nuevos conocimientos	Vínculos con el entorno
Respondí a todas las cuestiones.	Hice todos los experimentos.	Siempre complementé con ellos.	Resolví todas las preguntas.	Siempre relacioné las ideas de física con mi entorno.
Me faltó responder algunas.	Me faltaron algunos experimentos.	Casi siempre complementé con ellos.	Me faltaron algunas preguntas.	Casi siempre relacioné las ideas de física con mi entorno.
Respondí cerca de la mitad.	Hice la mitad de los experimentos.	A veces complementaba con ellos.	Resolví alrededor de la mitad.	A veces establecí relaciones con mi entorno.
Respondí menos de la mitad.	Hice menos de la mitad de los experimentos.	Casi no complementé con ellos.	Resolví menos de la mitad.	Casi no encontré relaciones con mi entorno.

## Coevaluación

Casi todas las actividades propuestas se efectúan en equipo. Intercambia tu libro con alguno de tus compañeros y pide que sombree la casilla que corresponde a tu desempeño en los siguientes aspectos de acuerdo con una escala de 0 (nunca) a 4 (siempre).

Aportó ideas para el desempeño del equipo.	0	1	2	3	4
Llevó a buen término las tareas asignadas.	0	1	2	3	4
Atendió con respeto las ideas de otros.	0	1	2	3	4
Se dirigió cortésmente a sus compañeros.	0	1	2	3	4
Se comprometió con la tarea del equipo.	0	1	2	3	4
Apoyó a sus compañeros cuando lo necesitaron.	0	1	2	3	4

- Analiza tus respuestas. Elabora una lista de acciones para mejorar tu trabajo en equipo.
- Compara el llenado de esta tabla con el de la unidad anterior. Identifica tus avances y con base en los contrastes, elabora un plan de mejora para el siguiente curso.



# Bibliografía

## Consulta en la biblioteca

- Arnold, Nick, *Esa deslumbrante luz*, México, SEP-Océano, 2005, Libros del Rincón. Espejo de Urania.
- Burnie, David, *Alerta, Tierra*, México, SEP-Ediciones SM, Libros del Rincón, 2003.
- Fernández Bayo, Ignacio y Calvo Roy, Antonio, *¡Enchúfate a la energía!*, México, SEP-Ediciones SM, Libros del Rincón, 2003.
- Gutiérrez Aranzeta, Carlos, *Experimentos caseros y recreativos de mecánica y calor*, México, Instituto Politécnico Nacional, 1996.
- Jürgen Press, Hans, *Experimentos sencillos con fuerzas y ondas*, México, SEP-Oniro, 2006, Libros del Rincón, Espejo de Urania.
- \_\_\_\_\_, *Experimentos sencillos con sólidos y líquidos*, México, SEP-Oniro, Libros del Rincón, 2006. Espejo de Urania.
- Llansana, Jordi, *Atlas básico de física y química*, México, Paramón Ediciones, 2004, Libros del Rincón, Espejo de Urania.
- Michel, François, *La energía paso a paso*, México, SEP-Fernández Editores, 2005, Libros del Rincón, Espejo de Urania.
- Pogan, Andrew, *Fuerzas físicas*, México, SEP-Ediciones Culturales Internacionales, 2003, Libros del Rincón, Espejo de Urania.
- Walisiewicz, Marek, *Energía alternativa*, México, SEP-Planeta, 2005, Libros del Rincón, Espejo de Urania.
- Wood, Robert, *Física para niños, 49 experimentos sencillos con calor*, México, McGraw Hill, 1991.

## Consulta en internet

- Museo Virtual de las Ciencias, del Grupo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en la Escuela del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades del gobierno de España.
- <http://museovirtual.csic.es/Default.htm>
- Revista *¿Como ves?*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM.
- <http://www.comoves.unam.mx/>
- Ventanas al Universo, Asociación Nacional de Maestros de Ciencias de la Tierra.
- [https://www.windows2universe.org/the\\_universe/the\\_universe.html&lang=sp](https://www.windows2universe.org/the_universe/the_universe.html&lang=sp)
- Página de la NASA en español para niños.
- <https://spaceplace.nasa.gov/sp/kids/>
- Didactalia.
- <https://didactalia.net/comunidad/materialeducativo/categoria/experimentopractica/3d8d187c-c4de-4fe0-9696-35913f6f1296?ordenarPor=noss:hasPopularidad>